جارج گیمو

سُورج کی پیدائش اور موت

ترجمہ

فارُوق احمد صدیقی

○

کلاسیک لاہور

ترتیب

پیش لفظ

سورج کس طرح وجود میں آیا؟ یہ کیونکر روشن اور گرم ہے؟ بالآخر اس کا انجام کیا ہوگا؟ یہ وہ سوال ہیں جن سے ہر شخص کو دلچسپی ہونی چاہیئے۔ کیونکہ ہماری زندگی اور فلاح وبہبود کا انحصار کلیتاً سورج کی اشعاعی توانائی پر ہے۔

جب سے انسان نے سائنسی طرز پر سوچ بچار شروع کی، اس وقت سے سورج کی توانائی کے ذرائع کا مسئلہ قدرت کا ایک پیچیدہ مگر دلچسپ معمہ بنا ہوا ہے صرف پچھلے دس سال میں اس عقدے کو سائنسی بنیادوں پر صحیح طور سے حل کرنے میں خاطر خواہ کامیابی ہوئی ہے۔ اب ہم کسی حد تک اس قابل ہو گئے ہیں کہ سورج کے ماضی، حال اور مستقبل کو سائنسی تحقیق کی روشنی میں اجاگر کر سکیں۔ یہ بات پایۂ ثبوت کو پہنچ چکی ہے کہ سورج توانائی کی جو کثیر مقدار خارج کر رہا ہے، وہ اسکے اندرونی حصے میں عناصر کی قلب ماہیت سے پیدا ہوتی ہے، وہی قلب ماہیت جس کے خواب قرونِ وسطیٰ کے کیمیاگر دیکھا کرتے تھے۔

کائنات کی پہنائیوں میں بے شمار ستارے بکھرے ہوئے ہیں۔ اور ہمارا سورج ان ہی میں سے ایک ہے۔ اس لئے سورج کا بھید جاننے کے لئے ستاروں کے ارتقا کا مسئلہ حل کرنا ضروری ہے —— یعنی سب سے پہلے یہ معما حل کرنے کی

ضرورت ہے کہ یہ بھی کائنات پیدا کس طرح ہوئی۔۔۔

ان مسائل کی تحقیق سے مصنّف کا گہرا تعلّق رہا ہے۔ اس کتاب میں وہ تمام بنیادی انکشافات اور نظریات پیش کر دیئے گئے ہیں جن سے کائنات کے ارتقاء کو سمجھا جا سکے۔ اس کتاب کے بیشتر نظریات بالکل نئے ہیں اور قبل ازیں انہیں ایسے عام فہم اسلوب میں بیان نہیں کیا گیا۔

اگرچہ مصنّف اس پیش لفظ کو اس رسمی فقرے کے ساتھ ختم نہیں کر سکتا کہ "اس کہانی کے تمام کردار فرضی ہیں اور کسی حقیقی شخصیّت سے ان کا کوئی تعلق نہیں" تاہم قارئین کو اس بات سے آگاہ کرنا ضروری معلوم ہوتا ہے، کہ وہ ان صفحات میں صرف اصولی باتوں کو مدنظر رکھیں اور جزوی باتوں کو زیادہ اہمیّت نہ دیں مثلاً دیمقراطیس کی الجھی ہوئی داڑھی، رسل کے نقشہ بناتے وقت پرنسٹن میں ابر باراں کی کیفیّت یا ڈاکٹر ہینتر بیتھے کی بھوک اور شمسی ردِّعمل کے مسئلے کے فوری حل میں تعلق وغیرہ ۔۔۔ اس موقع پر مصنّف اپنے دوست ڈاکٹر ڈیسمنڈ ایچ کوپر کا شکریہ ادا کرنا اپنا خوشگوار فرض سمجھتا ہے۔ جنہوں نے مسودہ کو ایک نظر دیکھا اور ارگ کو کاری میں تبدیل کرنے اور اس قسم کے دوسرے مسائل کے بارے میں بیش قیمت مشورے دیئے۔

جارج گیمو

جارج واشنگٹن یونیورسٹی
یکم جنوری سنہ ۱۹۴۰ء

۳

اس کتاب کی پہلی اشاعت کو بارہ سال ہو گئے ہیں اور اس عرصے میں انسانی ذہن نے ارتقائے نجمی اور نظام ہائے سیارگان کی تشکیل کو سمجھنے میں خاصی ترقی کی ہے۔

ابھی تک سورج اور دوسرے اصلی ستاروں (پانچواں اور چھٹا باب) سے متعلق ہمارے نظریات میں کوئی بنیادی تبدیلی پیدا نہیں ہوئی لیکن سرخ دیو (ساتواں باب)، سفید بونوں کی ابتدا (آٹھواں باب) اور نجمی دھماکوں کے عمل (نواں باب) کے بارے میں ہمارے نظریات کافی حد تک بدل چکے ہیں۔

اس تحقیق کے سلسلے میں سب سے پہلی بات تو یہ سمجھ میں آئی کہ جب کسی ستارے کے مرکزی حصے کا ایندھن جل جائے تو اس کے مرکز میں واقع ہونے والا عمل باہر کی طرف پھیل سکتا ہے اور آہستہ آہستہ ستارے کی سطح کی جانب بڑھ سکتا ہے، جس طرح آگ ننھے سے شعلے سے شروع ہو کر گھاس کے وسیع جنگل میں پھیلتی چلی جاتی ہے۔ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ ستارے کی سطح ہی منبع توانائی بن جاتی ہے۔ اس کے مرکز میں مکمل طور پر جلا ہوا مادہ موجود ہے اس کے گرد ایک خول ہے جس میں توانائی پیدا کرنے والے عمل ابھی جاری ہیں اور اس خول کے باہر ایک غلاف ہے۔ جس کا مادہ ابھی تک

اپنی حقیقی شکل میں موجود ہے۔ جوں جوں آگ، باہر کی جانب پکتی ہے ستارے کا بیرونی غلاف آہستہ آہستہ پھیلتا ہے اور اس کا قطر سورج سے کئی سو گنا ہو جاتا ہے۔ اس طرح ستارہ "سرخ دیو" کا روپ دھار لیتا ہے اور ارتقائی مراحل طے کرتا ہوا رسل کے نقشے میں بائیں سے دائیں جانب چلا جاتا ہے۔ مصنف اور اس کے رفیقِ کار، مسٹر کیلر کے تخمینے کے مطابق اس وقت بیشتر سرخ دیو جو آسمان پر نظر آتے ہیں غالباً ارتقا کے اسی مرحلے میں ہیں جس میں ان کا خول منبعِ توانائی ہے۔ یہ مرحلہ ستاروں کی طبعی اور اصلی حالت کے مرحلے کے بعد آتا ہے۔

بیرونی خول کے پھیلاؤ کے ساتھ ساتھ ستارے کے مرکزی حصّوں کا نجمی مادہ آہستہ آہستہ کثیف ہوتا جاتا ہے۔ بعد کے ارتقائی مراحل میں یہ مادہ بالکل شکست پذیر ہو جاتا ہے اور اس کی کثافت بہت زیادہ ہو جاتی ہے۔ جب پھیلتا ہوا بیرونی غلاف بالآخر اردگرد کی فضا میں منتشر ہوتا ہے تو سرخ دیو سفید بونے کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ گویا سفید بونے ارتقائے نجمی کی ایک قدرتی کڑی ہیں۔ یہ سرخ دیو کے گرم بطن میں جنم لیتے ہیں اور جب پھیلتے ہوئے بیرونی غلاف منتشر ہو جاتے ہیں تو انسانی آنکھ ان ستاروں کو دیکھ سکتی ہے۔

عظیم نجمی دھماکوں کے بارے میں (جنھیں فوق الحارث ستارے کہتے ہیں) ہمارے نظریے میں کافی ترقی ہوئی ہے۔ ان دھماکوں کا سبب یہ ہے کہ تمام ستارہ ایک دم مسمار ہو جاتا ہے۔ جیسا کہ نویں باب میں واضح کیا گیا ہے لیکن مسمار ہونے کا سبب ایک نیا مظہر ہے جسے "ارکا عمل" کہتے ہیں۔ مصنف اور اس کے رفیق کار، ڈاکٹر شون برگ نے یہ ثابت کیا تھا

کہ انقباض کے آخری مراحل میں جب ستاروں کے مرکزی حصّوں میں کئی ارب درجے تپش ہوتی ہے تو اس موقعہ پر لازماً ایک نیا اور نامعلوم عمل واقع ہوتا ہے۔ اس عمل کا تعلق آزاد الیکٹرانوں کا مختلف عناصر کے نواتوں میں جذب ہونے سے اور دوبارہ خارج ہونے سے ہے۔ اس میں بے شمار نیوٹران پیدا ہوتے ہیں۔ یہ جدید طبیعات کے طلسمی ذرات ہیں جن میں کوئی برقی بار نہیں ہوتا اور کمیت نہ ہونے کے برابر ہوتی ہے۔ ان میں یہ بے پناہ صلاحیت ہوتی ہے کہ مادے کے اندر کافی گہرائی تک نفوذ کر سکیں۔ یہ نیوٹران ستارے کے مرکز کے قریب پیدا ہوتے ہیں اور اندرونی حصے سے توانائی کی کثیر مقدار لے کر ستارے میں سے بلا روک ٹوک گزر جاتے ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اندرونی حصے میں دباؤ کم ہو جاتا ہے اور نتیجتاً بیرونی تہیں ٹوٹ کر مرکز پر گر پڑتی ہیں۔ یہ مسمار ہوتی ہوئی بیرونی تہیں اندرونی حصے سے گرم گیسوں کی لپٹیں باہر کی طرف دھکیلتی ہیں اور اس سے ستارہ ایک دم تیزی سے چمک اٹھتا ہے۔ جب یہ گرم گیسیں بیرونی فضا میں اور زیادہ پھیلتی ہیں تو یہ پرانے نوتق الحادث ستاروں کے گرد دھندلی گیسی غلاف کی صورت اختیار کر لیتی ہیں۔

جرمن ماہر طبیعات اور تخلیقات، کارل فان وائتس سیکر کی تحقیق کی بنا پر سیاروں کی پیدائش کے متعلق ہمارے نظریات سابقہ نظریات کی عین ضد ہیں۔ آج ہم جانتے ہیں کہ ستاروں کے درمیانی مادے کا ۹۹ فیصد ہائیڈروجن اور ہیلیئم کے آمیزے اور صرف ایک فیصد عام ارضی مادوں پر مشتمل ہے اس حقیقت کی بنیاد پر فان وائتس سیکر، کانٹ اور لیپ لیس کے سابقہ مفروضے کے ظاہری تناقص دور کرنے میں کامیاب ہو گیا، اور اسے سیاروں کی پیدائش کے متعلق ایک مستحکم

نظریے کی تشکیل دسے دی گویا دسویں باب میں جو صورتِ حال بیان کی گئی ہے، معاملہ اس کے بالکل برعکس ہے۔ اب ہم بڑی حد تک یقین سے یہ کہہ سکتے ہیں کہ ہمارا نظامِ سیارگاں کم وبیش کانٹ اور لیپ لیس کے پیش کردہ عمل سے پیدا ہوا اور جینز، چیمبرلین اور مولٹن کا یہ مفروضہ غلط تھا کہ یہ نظام سورج اور کسی دوسرے ستارے کے تصادم سے پیدا ہوا ہے۔

فان دائتس سیکر کے نظریے میں جی۔ پی۔ کوئیپر اور ڈی۔ ہار کی تحقیق نے اضافہ کیا۔ اس نظریے کی رو سے ابتدائی شمسی سحابیہ، گیس (ہائیڈروجن اور ہیلیئم) اور گرد وغبار (ارضی مادے) کے ایک چپٹے قرص کی مانند تھا۔ یہ تکثیف کے اس عمل کے دوران میں بنا جس میں خود سورج عالمِ وجود میں آیا۔ تاہم یہ خیال کیا جاتا ہے کہ ابتدائی شمسی سحابیے کے گیسی حصے اور غبار کا ارتقا مختلف سمتوں میں واقع ہوتا رہا۔ گیسی حصّہ جو کل کمیت کا ۹۹ فیصد تھا، آہستہ آہستہ اور گرد کی فضا میں منتشر ہو گیا کیونکہ گردش کی مرکز گریز قوتیں اسے سورج سے دور لے جاتی رہیں۔ اس کے برعکس گرد کے ذرات جو کل کمیت کے صرف ایک فیصد تھے، باہمی تصادم کی وجہ سے آہستہ آہستہ ایک دوسرے کے ساتھ پیوستہ ہو ہو کر بڑے بڑے پتھریلے اجسام بن گئے اور بالآخر انہوں نے سیاروں کی موجودہ شکل اختیار کر لی۔

دائتس سیکر کے نظریے کا اہم جزو ذرات کا مجتمع ہونا ہے۔ اس کی بنیاد یہ ہے کہ اگر یکساں جسامت کے دو تیز رفتار اجسام ایک دوسرے سے ٹکرائیں تو تصادم کے موقع پر شدید حرارت پیدا ہونے سے دونوں جسم ایک دم بخارات بن کر اڑ جائیں گے۔ لیکن اگر کوئی چھوٹا جسم کسی بڑے جسم کے ساتھ ٹکرائے تو چھوٹا

جسم بڑے جسم میں مدغم ہوجائے گا۔ اس عمل کی مثال اہلِ صنعت میں مسابقت سے دی جاسکتی ہے۔ اگر دو چھوٹی کمپنیوں میں قیمتوں کا مقابلہ شروع ہوجائے تو عام طور پر اس سے دونوں کمپنیاں تباہ ہوجاتی ہیں۔ لیکن اگر ایک بڑی اور ایک چھوٹی کمپنی میں مقابلہ ہو تو اس جنگ میں بالآخر چھوٹی کمپنی بڑی میں مدغم ہوجاتی ہے۔ اس طریقے سے صنعت میں بڑی بڑی اجارہ داریاں قائم ہوجاتی ہیں۔ بالکل اسی طریقے سے غبار کے وہ ذرات جن سے ابتداءً شمسی سحابیہ بنا تھا، اکٹھے ہو ہو کر بڑے اجسام بن گئے۔ جنہیں سیارے کہتے ہیں۔

اس عمل کا تفصیلی مطالعہ کر کے وائتس سیکر نے حساب لگایا کہ ان ابتدائی ذرات کو جن کا قطر ایک مائیکرون[ل] ہے، مجتمع ہو کر سیاروں کی جسامت اختیار کرنے میں کروڑوں سال صرف ہوئے ہوں گے۔ اس نے یہ بھی ثابت کیا کہ سیاروں کے کسی خاندان میں ہر سیارے کا سورج سے فاصلہ اس فاصلے سے دگنا ہوتا ہے جو سورج کی سمت میں اس کے قریب ترین سیارے کا ہوتا ہے۔ لیکن یہ تو سیاری فاصلوں کے متعلق بوڈ اور ٹیٹس کا قدیم قانون ہے جو مشاہدے کی بنیاد پر استوار کیا گیا تھا تاہم یہ صدیوں تک ہمارے نظام سیارگاں کا ایک ناقابلِ فہم معما بنا رہا۔ یہ ایک حقیقت ہے کہ وائتس سیکر نے کانٹ اور لیپ لیس کے مفروضے کی جو تجدید کی ہے اس سے ہمیں سیاروں کی ابتدا کے بارے میں ایک بااصول نظریہ مل گیا ہے۔ یہ نظریہ سیاری فاصلوں کے کلیے کے مطابق ہے جس کی وضاحت کوئی دوسرا نظریہ نہیں کرسکا۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ آخر کار ہمیں تکلیفات کے اس قدیم ترین اور اختلافی مسئلے کا حل مل گیا ہے۔

[ل] میٹر کا دس لاکھواں حصہ

تخلیقات کے مسائل میں ایک اور اہم مسئلہ بھی ہے اور وہ ہے پھیلتی ہوئی کائنات کا نظریہ اور پھیلاؤ کے ابتدائی مدارج میں کیمیائی عناصر کی تشکیل (بارھواں باب) گذشتہ پانچ سال میں اس مسئلے کے حل ہونے کے کافی امکانات پیدا ہو گئے ہیں۔ یہ ترقی زیادہ تر مصنف اور اس کے رفقائے کار، رالف۔ ایلفر، آر۔ سی۔ ہرمین، این ری کوفرمی، اور اینتھونی ترکیوچ کی کوششوں کا نتیجہ ہے۔ اس سے یہ معلوم ہوا ہے کہ دنیا میں مختلف کیمیائی عناصر کی اضافی بہتات کی وضاحت ان سادہ نواتی عملوں سے کی جا سکتی ہے جو کائنات کا پھیلاؤ شروع ہونے کے بعد پہلے تیس منٹ میں واقع ہوئے اس وقت فضا میں پھیلی ہوئی ابتدائی گیس کا درجۂ حرارت ایک ارب درجے کے قریب تھا۔ اس ابتدائی مادے کا نام یلم (ylem) رکھا گیا ہے اور یہ مادہ ابتدائی ذرات یعنی نیوٹران، پروٹان اور الیکٹران پر مشتمل تھا۔ جب پھیلاؤ کی وجہ سے کائنات کا درجۂ حرارت گر گیا تو پروٹان اور نیوٹران آپس میں مختلف طریقوں سے مل کر مختلف جوہری وزن کے نواتوں میں تبدیل ہو گئے۔

اگر ہم نواتی طبیعات کے موجود مواد اور عمومی نظریۂ اضافیت کے مطابق پھیلتی ہوئی فضا میں درجۂ حرارت اور کثافت کے تغیرات کو پیش نظر رکھیں تو ہم یہ معلوم کر سکتے ہیں کہ اس عمل سے مختلف جوہری نواتوں کی کتنی تعداد وجود میں آئی اس تخمینے سے جو نتیجہ حاصل ہوتا ہے وہ عناصر کی مشاہدے سے معلوم کی ہوئی تعداد کے ساتھ کافی حد تک ہم آہنگ ہے۔ اس کامیابی کے باوجود ابھی کئی مشکلات باقی ہیں جو اس نقطے کی کامل وضاحت کی راہ میں حائل ہیں۔ اس قسم کی ایک اہم مشکل ۵ کمیت کے جوہری نوات کی عدم موجودگی ہے۔ اس سلسلے میں ابھی

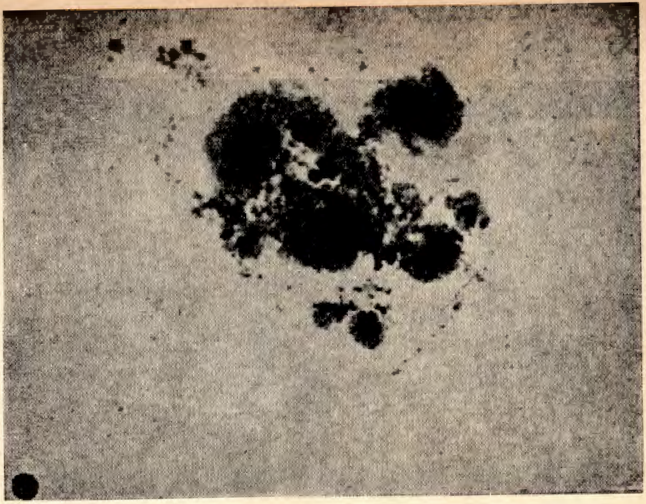
مزید تحقیق کی گنجائش ہے۔

بہت سے قارئین اس بات پر یقین نہیں کریں گے کہ عناصر آج سے ساڑھے تین ارب سال پہلے صرف نصف گھنٹے میں معرضِ وجود میں آگئے تھے۔ اتنے طویل عرصے کے بعد ان مختصر لمحات کا ذکر بے معنی معلوم ہوتا ہے۔ تاہم ہم پورے اعتماد کے ساتھ کئی بار وقت کے ایسے وقفوں کا ذکر کرتے ہیں جن میں اسی قسم کا تفاوت ہوتا ہے۔ مثلاً جب جوہری بم داغا جاتا ہے تو توانائی عمل سیکنڈ کے دس لاکھویں حصے میں واقع ہوتا ہے۔ جس جگہ بم پھٹتا ہے وہاں تابکاری کے اثرات کئی سال کے بعد بھی محسوس کئے جا سکتے ہیں۔ اب سیکنڈ کے دس لاکھویں حصے کو کئی سال کے عرصے کے ساتھ وہی نسبت ہے جو نصف گھنٹے کو تقریباً تین ارب سال سے ہے یعنی ۱:۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰

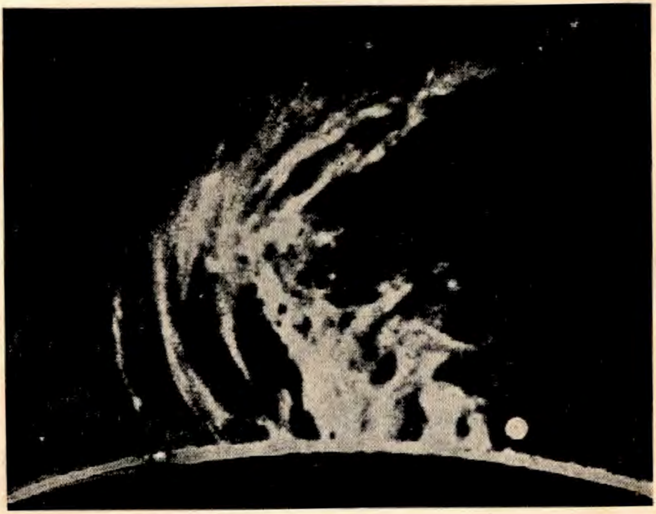
جوہری بموں کے متعلق یہ بتانا ضروری معلوم ہوتا ہے کہ اس کتاب کی ۱۹۴۰ء کی اشاعت کے بعد انسان نے جوہری توانائی (چوتھا باب) پر قابو پا لیا ہے چنانچہ اس اہم سائنسی ترقی کا مختصر ذکر تتمے میں کر دیا گیا ہے۔

جارج گیمو

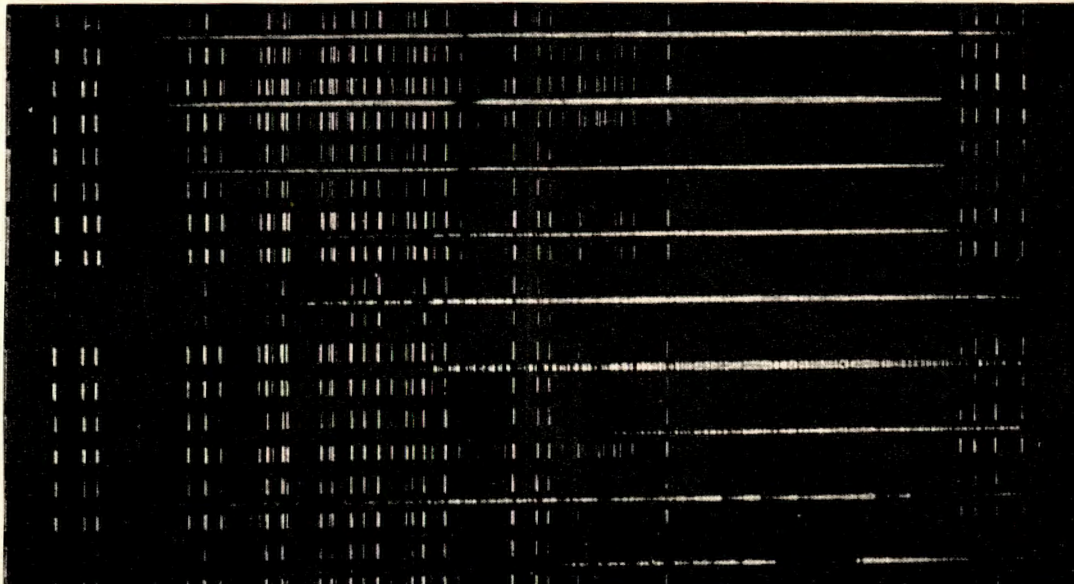
اپریل ۱۹۵۲ء



تصویر نمبر ۱ - سورج کے جسیم دھبوں کا مجموعہ - بائیں
کونے میں سیاہ دائرہ زمین کی اضافی جسامت ظاہر کرتا ہے -



تصویر نمبر ۲ - سورج کی لپٹیں جن کی بلندی سوا دو لاکھ
کلومیٹر ہے - (ماؤنٹ ولسن ۱۹۱۷ء) سفید
دائرہ زمین کی اضافی جسامت ظاہر کرتا ہے -



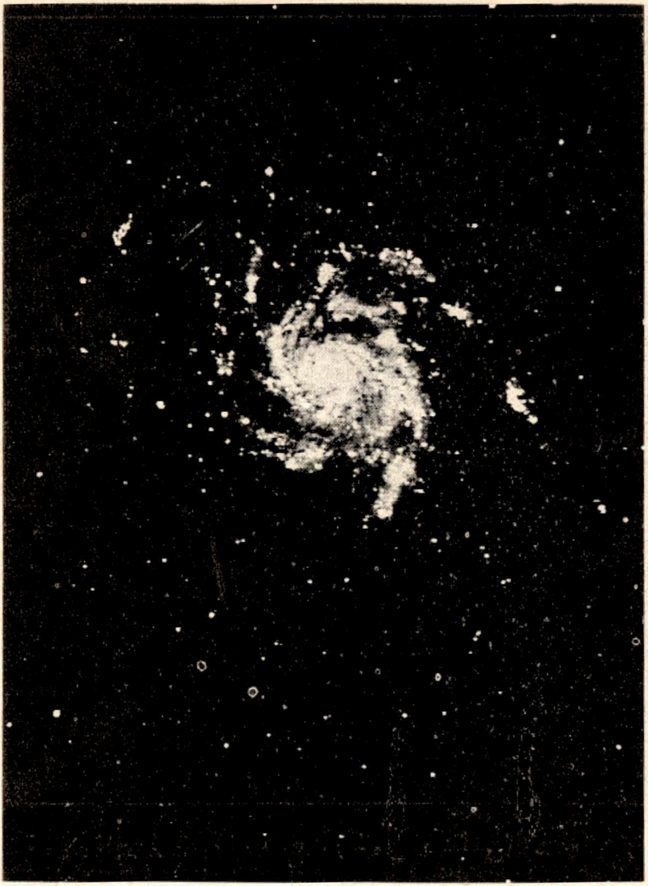
تصویر نمبر ۳ - هارورڈ کی ستاروں کی طیفی تقسیم - ستاروں کے طیف کا مشاهده کر کے ماہرین فلکیات
ان کی سطح کے درجۂ حرارت کا تخمینہ لگاتے ہیں -



تصویر نمبر ۴ - ''جبار'' کا تاباں سحابیہ - گیس کا یہ جسیم ٹکڑا ہماری کہکشاں میں واقع ہے اور اس کی تابانی کا سبب غالباً قریبی ستاروں کا اشعاع ہے - (ماؤنٹ ولسن)



تصویر نمبر ۵ - مرآۃ المسلسلہ کے چکردار سحابیے کا مرکزی حصہ - یہ جزائری کائنات ہم سے قریب ترین ہے اور تقریباً ۶ لاکھ ۸۰ ہزار نوری سال کے فاصلے پر واقع ہے - اس کے پیش منظر میں جو ستارے نظر آ رہے ہیں وہ ہماری کہکشاں کا حصہ ہیں -



تصویر نمبر ۶ - دب اکبر کا چکردار سحابیہ - ایک بعید
جزائری کائنات ہے - اس کے بازوؤں میں ستاروں کا جھرمٹ
ملاحظہ کیجئے - (ماؤنٹ ولسن)



تصویر نمبر ۷ - کلاب الصید (کنیس وینائسی) کا چکردار سحابیہ - نچلے بازو کے آخر میں ایک ثانوی سیارہ دکھائی دے رہا ہے - (ماؤنٹ ولسن)

پیمائش کی اکائیاں

اس کتاب میں پیمائشوں کا میٹرک نظام استعمال کیا گیا ہے جو سائنسی تحقیق میں ہر جگہ مستعمل ہے۔ جو قارئین فٹ، پاؤنڈ اور فیرن ہائیٹ درجوں سے زیادہ مانوس ہیں، ان کی سہولت کے لئے ہم ان کا تعلق لکھے دیتے ہیں۔

ایک سینٹی میٹر = ۰ء۳۹ انچ

ایک کلومیٹر = ۰ء۶۲ میل

ایک گرام = ۰ء۰۳۵ اونس (ایک اونس = ۲½ تولہ)

ایک کلوگرام = ۲½ پاؤنڈ

فیرن ہائیٹ درجوں کو سینٹی گریڈ درجوں میں تبدیل کرنے کے لئے ۹/۵ سے ضرب دیں اور ۳۲ جمع کردیں شلاً۔

$$۲۰^\circ س = (\tfrac{۹}{۵} \times ۲۰) + ۳۲ = ۶۸^\circ ف$$

سورج اور اس کی توانائی

سورج اور حیاتِ ارضی

ایک مشہور روسی فلسفی، کزما پرزکوف پوچھتا ہے: "سورج زیادہ مفید ہے یا چاند؟" کچھ غور و خوض کے بعد وہ خود ہی اس کا جواب دیتا ہے "چاند زیادہ مفید ہے کیونکہ یہ اس وقت روشنی دیتا ہے۔ جب چاروں طرف اندھیرا ہوتا ہے، اس کے برعکس سورج صرف دن کے وقت چمکتا ہے۔ جبکہ بہر صورت روشنی ہوتی ہی ہے۔"

ہر طالب علم بخوبی جانتا ہے کہ چاند سورج کی منعکس شعاعوں سے روشن ہے لیکن عام لوگوں کو اس بات کا علم نہیں کہ زمین پر شاید ہی کوئی ایسا مظہر ہو جس کا حقیقی ماخذ سورج کی اشعاعی توانائی نہ ہو۔ خاص طور سے توانائی کے وہ تمام وسائل جو اب تہذیب نے ڈھونڈ نکالے ہیں، سورج ہی کے مرہونِ منت ہیں۔ اس میں شک نہیں کہ ابھی تک شمسی حرارت محض چند پیچیدہ آلات کو چلانے، مثلاً ایریزونا کے ریگستانوں میں مشروبات کو ٹھنڈا رکھنے والے سرد آلوں کو چلانے یا مشرقی شہر تاشقند کے پبلک حماموں میں پانی گرم کرنے کے لیے ہی استعمال کی گئی ہے۔ ان آلات کو چلانے کیلئے سورج کی حرارت بڑے بڑے مقعر آئینوں کے ذریعے جمع کی جاتی ہے۔ تاہم جب

ہم لکڑی، کوئلہ یا تیل بھٹیوں یا کارخانوں میں جلاتے ہیں تو اس وقت بھی ہم درحقیقت شمسی شعاعوں کی اس توانائی کو آزاد کرتے ہیں۔ جو آج کے یا قدیم زمانے کے جنگلات میں کاربن کے مرکبات کی صورت میں جمع تھی۔

ہوا کی کاربن ڈائی اکسائڈ کی موجودگی میں جب سورج کی شعاعیں نمو پاتے ہوئے پودوں کے سبز پتوں پر پڑتی ہیں تو وہ کاربن ڈائی اکسائیڈ کو کاربن اور آکسیجن میں تحلیل کر دیتی ہے یہ آکسیجن پھر ہوا میں شامل ہو جاتی ہے (اسی لئے ہم کہتے ہیں کہ پودے کمرے کی ہوا کو تازہ رکھتے ہیں) کاربن پودے کے جسم میں جمع ہو جاتا ہے اور جب لکڑی یا کوئلہ جلایا جاتا ہے۔ تو جلانے سے ہوا کی آکسیجن کے ساتھ مل کر دوبارہ عمل کرتا ہے۔ جب ہم کسی درخت کو ایندھن کے طور پر جلاتے ہیں تو ہم کسی طرح بھی اس توانائی سے زیادہ مقدار حاصل نہیں کر سکتے جو درخت کے پتوں نے سورج کی شعاعوں سے اخذ کر رکھی ہے۔ ان باتوں سے ظاہر ہے کہ اگر سورج کی روشنی نہ ہوتی تو دورِ حاضر اور دورِ ماضی میں جنگلات کا وجود نہ ہوتا اس کا لازمی نتیجہ یہ ہوتا کہ معدنی کوئلے اور زمین کی سطح پر تیل کے ذخائر دستیاب ہی نہ ہو سکتے۔

اس امر کو واضح کرنے کی ضرورت نہیں کہ پانی کی طاقت بھی سورج کی حرارت کی ایک بدلی ہوئی صورت ہے۔ سورج کی حرارت کی وجہ سے سمندروں کی سطح کا پانی بخارات میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یہ بخارات فضا کے بالائی طبقات میں چلے جاتے ہیں۔ جہاں سے دوبارہ اپنے سابق خزانوں کی طرف لوٹ آتے ہیں۔ یہی حال ہوا کی طاقت کا ہے۔ ہوا کی طاقت اس طرح پیدا ہوتی ہے کہ زمین کی سطح کے مختلف حصوں میں مختلف درجے کی گرمی پڑتی ہے، جس کے باعث ہوا

متحرک ہو جاتی ہے۔ چنانچہ ہم دیکھتے ہیں کہ ہر جگہ توانائی کا حقیقی ماخذ سورج ہی ہے۔ جس کے بغیر کرہ ارض کی سطح بالکل مردہ اور جامد ہوتی۔

سوال یہ ہے کہ شمسی توانائی کے ماخذ کیا ہیں؟ توانائی کا یہ چشمہ کب سے ابل رہا ہے اور کب تک ابلتا رہے گا؟ سورج کس طرح وجود میں آیا؟ جب اس کی توانائی کے تمام وسائل ختم ہو جائیں گے تو اس کا کیا حشر ہوگا! ان سوالات کا جواب دینے سے قبل یہ نہایت ضروری ہے کہ ہمیں اس توانائی کا کچھ حال معلوم ہو جو سورج روزانہ خارج کر رہا ہے اور توانائی کے اس ذخیرے کا بھی جو سورج کے اندر جمع ہے۔

توانائی کی اکائی

طبیعات میں توانائی کو بالعموم میعاری اکائیوں سے ناپا جاتا ہے۔ جنہیں ارگ کہتے ہیں، اگرچہ بعض مخصوص حالات میں دوسری اکائیاں بھی استعمال ہوتی ہیں مثلاً حرارت کی پیمائش کے لئے حرارہ یا کیلوری (CALORIE) اور برقیات میں کلوواٹ آور (اسے عرف عام میں بجلی کا یونٹ کہا جاتا ہے) اور ارگ ایسے ایک گرام مادے کی وہ حرکی توانائی کے مساوی ہوتا ہے جو ایک سم فی سیکنڈ کی رفتار سے حرکت کر رہا ہو۔ ہمارے روزمرہ کے مشاہدے کے لحاظ سے یہ اکائی نسبتاً بہت چھوٹی ہے۔ مثال کے طور پر ایک اڑتے ہوئے مچھر میں بے شمار ارگ حرکی توانائی ہوتی ہے۔ چائے کی ایک پیالی گرم کرنے کے لئے ہمیں کئی سو ارب ارگ کی ضرورت ہوگی۔

---

[1] حرکی توانائی اس توانائی کو کہتے ہیں جو کسی جسم میں اسکی حرکت کی وجہ سے موجود ہوتی ہے۔ یہ ½ کمیت × رفتار[2] کے مساوی ہوتی ہے کمیت سے مراد کسی جسم میں مادے کی مقدار ہے (مترجم)

ایک عام ٹیبل لیمپ ایک سیکنڈ میں پچیس ارب ارگ استعمال کرتا ہے۔ اگر اچھی قسم کا ایک گرام کوئلہ مکمل طور پر جل جائے تو تین سو ارب ارگ خارج کرتا ہے اللہ کوئلے کی موجودہ قیمت کے لحاظ سے ہمیں ایک ارگ توانائی ۱۰......................سینٹ میں حاصل ہوتی ہے۔ جو توانائی برقی تاروں کے ذریعے ہمیں گھروں میں مہیا کی جاتی ہے اس سے گراں ہوتی ہے کیوں کہ کوئلے کی حرارت کو برقی رو کی توانائی میں تبدیل کرنے میں مشینوں کے خرچ کا اضافہ ہو جاتا ہے۔

شمسی شعاعوں کی توانائی

زمین کی سطح کے ایک مربع سینٹی میٹر میں جو توانائی سورج کی عمودی شعاعوں سے پہنچتی ہے۔ وہ ایک سیکنڈ میں تیرہ لاکھ پچاس ہزار ارگ ہوتی ہے۔ اس اندازے میں ہوائی کرے میں جذب ہونے والی مقدار کو شامل نہیں کیا گیا۔ اگر ہم اس توانائی کی قیمت کا تخمینہ کوئلے کی موجودہ قیمت کے حساب سے لگائیں تو پتہ چلتا ہے کہ دن کے وقت ایک اوسط سائز کے صحن میں کئی ڈالر کی توانائی بکھر جاتی ہے گویا کام کی مقدار ناپنے کی اکائیوں کے حساب سے زمین کی سطح پر شمسی توانائی چھیالیس لاکھ نوے ہزار اسپی طاقت یا ہارس پاور فی مربع میل کے حساب سے پہنچتی ہے۔ کرہ ارض کو سال بھر میں جو توانائی سورج سے حاصل ہوتی ہے۔ وہ اس توانائی سے کئی لاکھ گنا ہوتی ہے جو کوئلہ اور دوسرے ایندھن جلانے سے ساری دنیا میں پیدا ہوتی ہے لیکن سورج کی اشعاعی توانائی کا نہایت قلیل حصہ زمین تک پہنچتا ہے اور بیشتر حصہ فضا میں بکھر جاتا ہے۔ جو ۳ء۸ × ۱۰^۳۳ ارگ فی سیکنڈ یا ۱۰^۴۱ × ۱۲ ارگ فی سال ہوتا

ہوتا ہے۔ سورج سے خارج ہونے والی کل توانائی کو اس کی سطح کے رقبے ($۶٫۱ \times ۱۰^{۲۲}$ مربع سم) پر تقسیم کیا جائے تو پتہ چلتا ہے کہ سورج کی ایک مربع سم سطح ہر سیکنڈ میں $۶٫۲ \times ۱۰^{۱۰}$ ارگ توانائی خارج کر رہی ہے۔

سورج کا درجۂ حرارت

سوال یہ ہے کہ حرارت کی اس کثیر مقدار کے اشعاع کے لئے سورج کی سطح کس قدر گرم ہو گی؟ پانی گرم کرنے کے نظام کا بہت گرم ریڈی ایٹر جب نقطۂ جوش پر ہو، تو اپنی سطح کے ہر مربع سم سے دس لاکھ ارگ فی سیکنڈ[لے] خارج کرتا ہے۔ اس لحاظ سے ایک گرم سرخ سٹوو، جس کا درجۂ حرارت پانچ سو سینٹی گریڈ ہو، دو کروڑ ارگ توانائی خارج کرتا ہے۔ ایک عام برقی بلب کی توانائی کا اخراج دو ارب ارگ ہوتا ہے جب کہ اس کا درجۂ حرارت دو ہزار درجے سینٹی گریڈ ہو۔ گرم اجسام سے اشعاعِ حرارت کا عمل درجۂ حرارت کے اضافے کے ساتھ ساتھ بڑھتا چلا جاتا ہے۔ اس عمل کی رفتار ان اجسام کے درجۂ حرارت کی چوتھی قوت کے متناسب ہوتی ہے۔ جب کہ درجۂ حرارت صفرِ مطلق[لے] سے شمار کیا جائے۔

لے طبیعات اور فلکیات میں بہت بڑے اور بہت چھوٹے عددوں کو ۱۰ کی طاقت کی صورت میں لکھا جاتا ہے مثلاً $۳ \times ۱۰^{۴} = ۳ \times ۱۰۰۰۰$ (یعنی چار صفر) یا ۳۰۰۰۰؛ اور $۷ \times ۱۰^{-۳} = ۷ \times ۰٫۰۰۱$ (یعنی اعشاریہ کے بعد تین ہندسے) یا ۰٫۰۰۷۔ اسی طرح ایک ارب = $۱۰^{۹}$ = ۱۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰ (امریکا کا بلین)

لے سینٹی گریڈ پیمانے پر صفرِ مطلق نقطۂ انجماد سے ۲۷۳ درجے نیچے ہوتا ہے اس کے بعد تمام درجۂ حرارت سینٹی گریڈ پیمانے میں ظاہر کئے جائیں گے۔

اگر سورج کی بالائی سطح کے اشعاع کا موازنہ مندرجہ بالا مثالوں سے کیا جائے تو ہم بآسانی شمار کر سکتے ہیں کہ اس کی سطح کا درجۂ حرارت چھ ہزار درجے کے قریب ہوگا۔ یہ درجۂ حرارت اس درجۂ حرارت سے کہیں زیادہ ہے جو تجربہ گاہ میں مخصوص برقی بھٹیوں کے ذریعے حاصل کیا جا سکتا ہے۔ کوئی بھٹی اس سے زائد درجۂ حرارت برداشت نہیں کر سکتی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جن چیزوں سے بھٹی بنائی جاتی ہے وہ اس درجہ حرارت پر نہ صرف یہ کہ پگھل جاتی ہیں بلکہ مکمل طور پر بخارات میں تبدیل ہو جاتی ہیں۔ یہی حال پلاٹینم یا کاربن ایسی دشوار گداز اشیا کا ہوتا ہے۔ اس درجۂ حرارت پر کوئی چیز گیسی حالت کے علاوہ کسی اور حالت میں قائم رہ ہی نہیں سکتی۔ یہی حال سورج کی سطح کا ہے جہاں تمام عناصر بخارات کی شکل میں موجود ہیں۔

اگر واقعی سورج کی سطح کا حال یہی ہے تو جیسا کہ پہلے بیان ہو چکا ہے۔ اس کے اندرونی حصے کا درجۂ حرارت اس سے بھی زیادہ ہونا چاہیئے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مرکز سے بیرونی حصے کی طرف انتقالِ حرارت کے لئے ضروری ہے کہ دونوں حصوں کے درجہ حرارت میں مناسب فرق ہو۔ سورج کے اندرونی حالات کے مطالعے سے یہ واضح ہو جاتا ہے کہ اس کے مرکزی حصے کا درجۂ حرارت دو کروڑ درجے ہوگا۔ اس قدر کثیر درجۂ حرارت کی کیفیت کا صحیح اندازہ بہت مشکل ہے اس کا اندازہ شاید اس بات سے ہو سکے کہ ایک عام سائز کا بجلی کا چولہا اس درجۂ حرارت پر (بشرطیکہ وہ اس حالت میں خود اپنے وجود کو قائم رکھ سکے) اتنی حرارت خارج کرے گا کہ اپنے اردگرد سینکڑوں میل کے قطر میں ہر چیز جلا کر راکھ کر دے گا۔

سورج کی کثافت

سورج کے درجۂ حرارت کی بحث سے نہایت اہم نتیجہ اخذ کیا جا سکتا ہے۔ کہ یہ بے حد حساب گرم گیس کا ایک بہت بڑا کرہ ہے۔ اس گرم گیس کو مادے کی کوئی لطیف حالت تصور نہیں کرنا چاہیئے۔ زمین کے طبعی حالات میں ہمیں جن گیسوں سے عام طور پر سابقہ پڑتا ہے۔ وہ مائع یا ٹھوس حالت کے مقابلے میں کم کثیف ہوتی ہیں۔ لیکن ہمیں یہ بات نہیں بھولنی چاہیئے کہ سورج کے مرکزی حصوں میں گیسوں کا دباؤ کرہ ہوا کے دباؤ سے دس ارب گنا ہے۔ اس زبردست دباؤ کے نیچے ہر گیس اس قدر دب جائے گی کہ اس کی کثافت عام مائع یا ٹھوس اجسام سے زیادہ ہو جائے گی۔ دراصل کسی شے کی گیسی حالت اور مائع یا ٹھوس حالت میں بنیادی فرق اضافی کثافت کا نہیں۔ بلکہ گیس کی اس خاصیت کا ہے۔ کہ وہ بے حد پھیل سکتی ہے اور دباؤ کے تحت بہت زیادہ سکڑ سکتی ہے۔ اگر زمین کے اندرونی حصے سے چٹان کا ایک ٹکڑا زمین کے اوپر لائیں تو اس کے حجم میں غالباً کوئی تبدیلی واقع نہ ہو گی لیکن اس کے برعکس سورج کے مرکزی حصے کا مادہ بیرونی دباؤ کافی کم کر دینے سے بے انتہا پھیل جائے گا (کیونکہ یہ گیسی حالت ہے)

سورج کے گیسی مادے میں دبنے کی جو غیر معمولی صلاحیت موجود ہے اس کے باعث جوں جوں سطح سے مرکز کی طرف بڑھیں، سورج کی کثافت میں بڑی تیزی سے اضافہ ہوتا جاتا ہے۔ اندازہ کیا گیا ہے۔ کہ سورج کے

مرکزی حصے کی کثافت اس کی اوسط کثافت سے پچاس گنا ہوگی۔ اوسط کثافت معلوم کرنے کے لئے سورج کی کمیت کو اس کی جسامت سے تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ سورج کی کمیت 2×10^{33} گرام ہے اور جسامت 1.41×10^{33} مکعب سم ہے اس لئے اس کی اوسط کثافت پانی کی کثافت سے ۱٫۴۱ گنا ہے۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ سورج کے اندرونی حصے میں جو گیس ہے، وہ دباؤ کی وجہ سے پارے کی کثافت سے چھ گنا کثیف ہے۔ اس کے برعکس سورج کی بیرونی تہیں کافی لطیف ہیں اور کرہ رنگ کا دباؤ جہاں شمسی طیف کے جذبی خطوط بنتے ہیں، کرہ ہوا کے دباؤ کا ہزارواں حصہ ہے۔

اگرچہ سورج کے طبیعی اور کیمیائی حالت کے بارے میں تمام براہ راست مشاہداتی ثبوت سورج کی بیرونی لطیف فضا کے مظاہر تک محدود ہیں، پھر بھی یہ ممکن ہے کہ سورج کی سطح کے حالات اور مادے کے خواص کو پیش نظر رکھ کر ہم سورج کا اندرونی حال ایسے وثوق سے معلوم کر سکیں، گویا ہم اس کا براہ راست مشاہدہ کر رہے ہیں۔

سورج کی سطح کے مظاہر

عام لوگ شمسی سرگرمیوں کے بارے میں زیادہ تر "سورج کے دھبوں" اور "سورج کی لپٹوں" ہی سے واقف ہیں۔ لپٹیں گرم اور چمکدار گیسوں کے یکایک پھوٹ سے پیدا ہوتی ہیں اور سورج کی سطح سے کئی لاکھ کلو میٹر (کلو میٹر= تقریباً ۵ فرلانگ) کی بلندی تک اٹھتی چلی جاتی ہیں۔ سورج کے دھبوں کے ارد گرد کی سطح نسبتاً

زیادہ چمکدار ہوتی ہے۔ اس لئے دھبے سیاہ نظر آتے ہیں۔ یہ دراصل سورج کی بیرونی تہوں میں بہت بڑے تیغ نما بھنور سے ہوتے ہیں۔ جن میں گیسیں بالائی اور بیرونی حصّوں کی طرف چکروں کی شکل میں اٹھتی ہیں۔ جب یہ عمل وقوع پذیر ہوتا ہے تو پھیلاؤ کی وجہ سے ان کا درجۂ حرارت گر جاتا ہے اور دھبے باقی ماندہ پرسکون سطح کے پس منظر میں سیاہ نظر آتے ہیں۔

جب کوئی دھباکرے کے کنارے واقع ہو تو ہمیں ان گیسی ابھاروں کے خاکے یوں دکھائی دیتے ہیں جیسے وہ آگ کے اونچے اونچے مینار ہوں۔ سورج کے دھبوں کی اصلیت کے بارے میں جدید نظریہ اس حقیقت پر مبنی ہے کہ چونکہ سورج کوئی ٹھوس جسم نہیں رکھتا اس لئے اس کی گردش کے دوران میں اسکے مختلف حصے مختلف **زودیٔ رفتار** سے گردش کرتے ہیں۔ استوائی حصے قطبین کے قریبی حصوں کی نسبت زیادہ تیزی سے گردش کرتے ہیں۔ رفتار کا یہ اختلاف سورج کی سطح پر بھنور پیدا کر دیتا ہے بالکل اسی طرح جیسے پانی کی رَوؤں کی مختلف رفتار کی وجہ سے تیز بہنے والے دریاؤں کی سطح پر بھنور پیدا ہو جاتے ہیں۔

ہم اس دلچسپ موضوع کے بیان کو سورج کے دھبوں میں اتار چڑھاؤ کے اس عمل کا ذکر کئے بغیر ختم نہیں کر سکتے جو مقررہ وقفوں کے بعد رونما ہوتا ہے مگر جس کی ابھی تک کوئی خاطر خواہ توضیح نہیں کی جا سکی۔ اوسطاً ۱۱½ سال کے عرصے میں سورج کی سطح پر دھبوں کی تعداد میں کسی قدر باقاعدگی کے ساتھ کمی بیشی ہوتی رہتی ہے۔ اس کمی بیشی کا تھوڑا بہت اثر ہمارے کرے کی طبیعی حالت پر بھی پڑتا ہے۔ جو اوسطاً سالانہ درجہ حرارت کے خفیف

تغیر (یعنی دو جھکے اندر) مقناطیسی خلل اور قطبی روشنی کی صورت میں ظاہر ہوتا ہے۔ سورج کی ان گھٹتی بڑھتی ہوئی سرگرمیوں اور دوسری تبدیلیوں کے مابین کوئی تعلق ثابت کرنے کی کئی کوششیں کی گئی ہیں۔ مثال کے طور پر ابابیلوں کے نقلِ وطن کے وقت میں تبدیلی سے، گندم کی پیداوار میں تبدیلی سے، حتیٰ کہ معاشری انقلابات سے بھی ان سرگرمیوں کا تعلق ظاہر کیا گیا ہے۔ لیکن یہ باہمی تعلق کسی ٹھوس بنیاد پر استوار نہیں ہو سکا۔

دھبے اور لپٹیں سورج کی سطح کی ایک پتلی تہ تک ہی محدود ہوتے ہیں۔ ان کا تعلق سورج کی ارتقائی زندگی کے ساتھ اتنا ہی بعید اور دور از کار ہے۔ جتنا جلد کی معمولی خارش کا انسانی زندگی کے ارتقا کے ساتھ۔ پس جن مسائل کا تعلق ان مظاہر کے ساتھ ہے وہ اس کتاب میں زیر بحث نہیں لائے جائیں گے۔

سورج کی عمر

اب ہم ایک نہایت اہم مسئلے یعنی سورج کی عمر کا ذکر کرتے ہیں۔ یہ مسئلہ ایک طرف تو ہماری زمین کی عمر کے مسئلے سے وابستہ ہے۔ اور دوسری طرف ستاروں کی عمر کے مسئلے سے۔ ہمیں معلوم ہے کہ آج کا سورج بالکل ویسا ہی ہے۔ جیسا پچھلے سال تھا یا اس وقت تھا جب نپولین نے اسے "آسٹرلز کا سورج" کہہ کر مخاطب کیا تھا، یا جب قدیم مصر کے پروہت اسے خداؤں کا خدا "آمون رے" سمجھ کر اس کی پرستش کیا کرتے تھے۔

اس میں شک نہیں کہ معلومہ انسانی تاریخ کا دور پورے ارضیاتی دور کے

مقابلے میں پلک جھپکنے کے برابر ہے۔ زمین کے اندر چھپے ہوئے حقائق اس بات کی طرف اشارہ کر رہے ہیں کہ ایک طویل عرصے سے سورج کی سرگرمیوں میں کوئی تبدیلی رونما نہیں ہوئی۔ ہم انگیٹھیوں میں جو کوئلہ جلا رہے ہیں۔ وہ اس بات کا بیّن ثبوت ہے کہ یہی سورج قدیم ادوار کے قدآور اور مہیب جنگلات پر چمکتا تھا۔ زمین کی مختلف تہوں میں قدیم زمانے کی جو متحجّر اشیا ملتی ہیں، ان سے ظاہر ہوتا ہے کہ قدیم ترین زمانے سے لے کر اب تک نامیاتی زندگی کا مسلسل ارتقاء ہوتا رہا ہے۔ آج ہم اپنی انگیٹھیوں میں جو کوئلہ جلاتے ہیں وہ اس بات کا بہترین ثبوت ہے کہ طولِ ماضی کے ارضی ادوار میں کائی نمایئوں اور عظیم الجثّہ ٹنڈ منڈ درختوں کے جنگلات پر یہی سورج چمکتا رہا ہے، مختلف ارضی تہوں سے دریافت ہونے والے رکازے (FOSSILS) زمانہ قدیم ہی سے مسلسل نامیاتی ارتقاء کی نشان دہی کرتے ہیں

اس سے ظاہر ہے کہ گذشتہ کروڑوں سال میں سورج کی تابانی میں کوئی نمایاں تغیّر واقع نہیں ہوا۔ کیوں کہ اگر کوئی ایسا تغیّر واقع ہوتا تو اس سے زمین پر موزندہ اشیاء کا وجود نہ رہتا اور حیاتیاتی ارتقاء کا سلسلہ رک جاتا[1]۔ اگر سورج سے حرارت کے اشعاع کی مقدار نصف رہ جائے تو زمین کا درجۂ حرارت صفر سے کافی نیچے چلا جائے گا۔ اگر یہ مقدار چار گنا ہو جائے تو سمندروں میں پانی ابلنے لگے گا۔

---

[1] اس امکان کو نظر انداز نہیں کیا جا سکتا۔ کہ ارضی قرائن سے جس برفانی دور کا ثبوت ملتا ہے۔ وہ شاید شمسی سرگرمیوں میں خفیف انحراف ہی سے متعلق ہو۔ لیکن اس بات کو بھی پیش نظر رکھنا ضروری ہے کہ آب و ہوا میں اس قسم کے معمولی تغیرات محض ارضی فضا میں بھی پیدا ہو سکتے ہیں۔ مثلاً کرہ ہوا میں کاربن ڈائی اکسائڈ کی کمی بیشی سے تغیرات کا امکان ہے۔

یہ بھی ظاہر ہے کہ زمین پر زندگی کی عمر خود زمین کی عمر سے کم ہونی چاہئے قشرِ ارض کی چٹانوں کی کیمیائی ترکیب میں جو غیر نامیاتی مرکبات موجود ہیں، ان کے ذریعے تو ہم عمر کی اس سے بھی زیادہ میعاد کا اندازہ کر سکتے ہیں ان میں سے اکثر چٹانوں میں تاب کار عناصر، یورینیم اور تھوریم کی قلیل مقدار موجود ہے۔ یہ عناصر ناپائدار ہوتے ہیں۔ اور آہستہ آہستہ خود بخود ٹوٹ پھوٹ کر کئی ارب سال کے دوران ایک ایسے مادے میں تبدیل ہو جاتے ہیں جو سیسے سے ملتا جلتا ہے۔ جب تک زمین کی سطح پگھلے ہوئے مادے کی مانند تھی، اس وقت تک انتشار سے جو نئے مادے بنتے تھے۔ وہ رووں کی صورت میں آپس میں نفوذ کر کے اصلی عناصر سے مسلسل علیحدہ ہوتے رہے ہوں گے۔ لیکن زمین کی بیرونی ٹھوس تہ کے وجود میں آنے کے بعد یہ مادے تابکار عناصر کے قریب جمع ہونے شروع ہو گئے ہوں گے۔ پس کسی چٹان کے بارے میں اس بات کا صحیح اندازہ کرنے کے لئے کہ اس نے کب ٹھوس شکل اختیار کی، ہمیں اس چٹان میں تابکار عناصر اور ان کے منتشر اجزا کے حاصل کی مقدار معلوم کرنی چاہیئے جس طرح کسی گاؤں کی عمر کا اندازہ اس کے قبرستان میں بکھری ہوئی ہڈیوں کی تعداد سے لگایا جا سکتا ہے۔

اس نہج پر تحقیقات کرنے سے یہ نتیجہ نکالا گیا ہے کہ زمین کی پپڑی نے ۳٫۴ ارب سال پہلے ٹھوس شکل اختیار کر لی تھی چونکہ زمین کی بیرونی تہ۔ درج سے جدا ہونے کے بعد جلد ہی بن گئی ہو گی، اس لئے اس طریقے سے ہم زمین کے علیحدہ وجود کی عمر کا خاصا صحیح اندازہ کر سکتے ہیں۔ سورج کی عمر اس سے کم نہیں ہو سکتی۔ بلکہ اغلب یہی ہے کہ زیادہ ہو گی اس کی ممکنہ عمر مقرر

کرنے کیلئے ہمیں تمام ستاروں کی طرف رجوع کرنا چاہیئے کہ ہمارا سورج بھی دراصل ایک ستارہ ہی ہے۔

ہم آئندہ ابواب (۱۰-۱۲) میں اس موضوع پر مفصل گفتگو کریں گے کہ ستارے اور خاص طور پر ہمارا سورج، فضائے بسیط میں پھیلے ہوئے گیسی مادے سے کس طرح وجود میں آئے۔ یہاں صرف اتنا بتا دینا کافی ہے کہ ہمارے نظام شمسی میں ستاروں کی حرکت اور دوسرے نظام ہائے شمسی کی اضافی حرکت کے مطالعے سے اس امر کا قوی امکان نظر آتا ہے کہ ستاروں کی تخلیق کا عمل دو ارب سال سے قبل نہیں واقع ہوا ہوگا۔ اس سے سورج کی تخمینی عمر کافی کم ہو جاتی ہے۔ اس سے یہ بھی ظاہر ہوتا ہے کہ ہماری زمین اور دوسرے سیارے سورج کی زندگی کے ابتدائی دور ہی میں وجود میں آگئے ہوں گے۔

سورج کے سالانہ اشعاع یعنی $۱ء۲ \times ۱۰^{۴۱}$ ارگ کو اس کی تخمینی عمر یعنی تقریباً دو ارب سال سے ضرب دی جائے تو ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ ظہور میں آنے سے لے کر اب تک سورج $۲ء۴ \times ۱۰^{۵۰}$ ارگ توانائی خارج کر چکا ہوگا۔ یا فی گرام $۱ء۲ \times ۱۰^{۱۷}$ ارگ توانائی خارج کرتا رہا ہے۔ سوال یہ ہے کہ حرارت کی یہ کثیر مقدار کہاں سے آئی؟

کیا سورج واقعی جلتا ہے؟

سورج کی حرارت اور روشنی کے سرچشمے کے بارے میں سب سے پہلا مفروضہ غالباً پتھر کے زمانے میں غاروں میں رہنے والے انسان نے پیش کیا تھا۔ اس نے سورج کی چمک دمک دیکھ کر اس کے لئے وہی لفظ استعمال کیا

جو وہ چولھے کی آگ کے لئے استعمال کرتا تھا۔ جب پرومیتھس نے قدیم زمانے کے انسان کے لئے سورج کی ابدی آگ کا کچھ حصّہ چرالیا تو اس کا خیال تھا کہ یہ آگ بھی لکڑی یا کوئلے کی آگ کی مانند کھانا پکانے کے لئے ویسی ہی مفید رہے گی۔ یہ سیدھا سادہ نظریہ کہ سورج جلتا ہے، انسانی ذہن میں نسبتاً قریب کے دور تک جاگزیں رہا۔

لیکن جونہی یہ سوال سامنے آتا ہے کہ سورج میں واقعتاً کیا چیز جلتی ہے۔ تو یہ بات فوراً عیاں ہو جاتی ہے۔ کہ سورج کی تابانی کی اس طویل مدت کی وضاحت کے لئے احتراق کا عام عمل ناکافی ہے۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ ایک گرام کوئلہ مکمل طور سے جلنے کے بعد صرف ۳ × ۱۰ ارگ خارج کرتا ہے۔ یہ مقدار سورج سے حاصل ہونے والی فی گرام توانائی کا ۱/۱۰۰۰۰۰ واں حصہ ہے۔ اگر سورج محض کوئلے سے بنا ہوتا اور اسے مصر کے اولین فراعنہ کے دور میں جلا دیا جاتا۔ تو اب تک یہ جل کر راکھ ہو چکا ہوتا۔ سورج سے اخراجِ حرارت کی وضاحت کے لئے جس قسم کے بھی کیمیائی تغیر کا سہارا لیا جائے وہ ناکافی ثابت ہوگا کیونکہ کوئی کیمیائی تغیر سورج کی تابانی کے لاکھویں حصے کی بھی توضیح نہیں کر سکتا۔ دراصل سورج کے حالات کو عملِ احتراق کے معروف تصور سے کوئی مطابقت نہیں۔ شمسی طیف کے مطالعے سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ سورج کی فضا میں کاربن اور آکسیجن موجود ہیں، لیکن سورج کا درجہ حرارت اس قدر زیادہ ہے کہ جلنے کا عام عمل اسکی وضاحت کے لئے ناکافی ہے۔ عام طور پر احتراق یا دوسرے کیمیائی عمل جن میں پیچیدہ مرکبات بنتے ہیں۔ درجۂ حرارت کے اضافے سے نسبتاً جلد تفریق پذیر ہو جاتے ہیں۔ اگر لکڑی کے کسی ٹکڑے کو دیا سلائی دکھائی جائے۔ تو وہ جلنے لگتا ہے۔ یا دوسرے

ے۔ یونانی دیومالا کی ایک روایت (مترجم)

الفاظ میں ہوا کی آکسیجن کے ساتھ عمل کرتا ہے۔ دیا سلائی جلانے کے لئے اسے کسی کھردری سطح پر رگڑا جاتا ہے تاکہ اس کے سرے پر لگا ہوا فاسفورس گرم ہو کر جل اٹھے۔ لیکن بہت زیادہ درجۂ حرارت پیچیدہ کیمیائی مرکبات کیلئے تباہ کن ثابت ہوتا ہے اور انہی عناصر میں تحلیل کر دیتا ہے۔ مثلاً آبی بخارات ہائیڈروجن اور آکسیجن میں تحلیل ہو جاتے ہیں اور کاربن ڈائی اکسائڈ کاربن اور آکسیجن میں۔

سورج کی فضا کا درجۂ حرارت اس قدر زیادہ (۶۰۰۰°) ہے کہ اس مقام پر وہ تمام قوتیں کمزور ہو جاتی ہیں جن سے پیچیدہ مرکبات کے اجزا آپس میں بندھے رہتے ہیں۔ اس سے ظاہر ہے کہ جس گیس سے سورج کی تشکیل ہوئی ہے۔ وہ لازمی طور پر خالص عناصر کا آمیزہ ہوگی۔ تاہم بعض ستاروں کی بیرونی تہوں میں، جن کا سطحی درجہ حرارت نسبتاً کافی کم ہے (۱۰۰۰° تا ۲۰۰۰°) کاربن ڈائی اکسائڈ اور دوسرے پیچیدہ مرکبات بننے کا امکان معلوم ہوتا ہے۔

سورج کے سکڑنے کا مفروضہ

ہم اپنے ابتدائی سوال 'سورج کی حرارت کے ماخذ' سے کچھ دور ہٹ گئے ہیں۔ اپنے اصلی موضوع کی طرف رجوع کرتے ہوئے ہمیں ۱۹ویں صدی کے ایک مشہور جرمن ماہرِ طبیعیات، ہرمن فان ہیلموٹ کی تحقیقات کا خیال آتا ہے۔ جس نے نہ صرف سورج کی موجودہ حالت بلکہ اس کی ابتدا کے متعلق بھی تحقیق کی۔

ہیلمولٹ کے نظریے کے مطابق سورج کسی زمانے میں سرد گیس کا بہت بڑا کرہ تھا جس کا قطر موجودہ قطر سے بہت زیادہ تھا۔ ظاہر ہے کہ اس قسم کا گیسی کرہ توازن میں نہیں رہ سکتا تھا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ایک سرد اور بے حد لطیف گیس کا نسبتاً کم دباؤ کرے کے مختلف حصوں کی باہمی کشش کو متوازن نہیں کر سکتا۔ پس قدیم زمانے کا یہ سورج اپنے ہی وزن کے اثر سے بہت تیزی سے سکڑنے لگا ہوگا جس سے اندرونی حصوں کی گیس دب گئی ہوگی۔ طبیعیات کی مبادیات ہی سے ظاہر ہے کہ گیس کے دبنے سے درجۂ حرارت میں اضافہ ہو جاتا ہے مثلاً کسی سلنڈر میں ڈاٹ کی حرکت سے گیس دبائی جائے تو یہی اثر ہوگا پس ابتدائی گیسی کرے کے بتدریج سکڑنے یا اندر کی طرف دھنسنے سے اس کا مادہ گرم ہو گیا ہوگا حتیٰ کہ اس کے اندرونی حصے کی گیس کا بڑھتا ہوا دباؤ اس کی بیرونی تہوں کا وزن سہارنے کے لئے کافی ہو گیا۔

اس موقع پر شمسی مادے کا اندر کی جانب دھنسنے کا تیز عمل لازماً رک گیا ہوگا اور اگر اس کی سطح سے توانائی زائل نہ ہوتی ہو تو سورج مکمل توازن میں آگیا ہوگا لیکن اپنی سطح سے اردگرد کی سرد فضا میں مسلسل اشعاع کی وجہ سے ہمارا گیسی کرہ توانائی کی کچھ مقدار مسلسل خارج کرتا رہا ہوگا۔ اس نقصان کی تلافی کے لئے یہ لازم آتا ہے کہ اس میں مزید سکڑنے کا عمل واقع ہو۔ پس ہیلمولٹ کے نقطۂ نظر کے مطابق سورج اب بھی اس قسم کے سکڑاؤ کے عمل سے دوچار ہے اور اس کا اشعاع کسی کیمیائی عمل کی بنا پر نہیں بلکہ تمام کا تمام کشش کی اس توانائی (تجاذبی توانائی) کی وجہ سے ہے جو اس عمل کے دوران میں پیدا ہوتی ہے۔

نیوٹن کے قانونِ کششِ ثقل کے ذریعے یہ شمار کرنا مشکل نہیں کہ اشعاع کی موجودہ شدت کو برقرار رکھنے کے لئے سورج کا قطر سو سال میں ء۰۰۰۳ فیصد یا دو کلومیٹر کم ہوجانا ضروری ہے۔ اس قسم کی تبدیلی نہ صرف یہ کہ کسی فرد کی زندگی میں بلکہ انسانی تاریخ کے طویل دور میں بھی محسوس نہیں کی جاسکتی۔ تاہم ارضیاتی معیارِ اوقات کے مطابق یہ عمل بے حد سرعت سے واقع ہو رہا ہے۔

سورج کے اپنی بے انتہا جسامت سے موجودہ قطر تک سکڑنے کے دوران میں جو تجاذبی توانائی خارج ہوئی ہوگی، اسے شمار کیا جاسکتا ہے۔ یہ صرف 2×10^{47} ارگ ہوتی ہے اور یہ سورج کی حقیقی توانائی کا ہزارواں حصہ ہے۔ پس، اگرچہ یہ بات زیادہ قرین قیاس معلوم ہوتی ہے کہ ہیلموٹسٹ کا "سکڑاؤ" کا مفروضہ سورج کی ابتدائی منازل کی صحیح توضیح پیش کرتا ہے لیکن ظاہر ہے کہ موجودہ صورت میں توانائی کے کیمیائی یا تجاذبی ماخذ سے زیادہ طاقتور ماخذ سورج کے اندر موجود ہے۔

جوہری توانائی

پچھلی صدی کا طبیعیاتی علم سورج کی توانائی کا معمہ حل کرنے سے بالکل قاصر رہا۔ موجودہ صدی کے آغاز سے کچھ عرصہ پہلے مادے کی تابکار شکست و ریخت کے مظاہر اور مصنوعی قلبِ ماہیت کے امکان نے فلکی طبیعیات کے اس بنیادی مسئلے پر کچھ روشنی ڈالی۔ یہ طے ہوگیا کہ تمام مادی اجسام جوہروں سے تشکیل پاتے ہیں۔ یہ معلوم کیا گیا کہ مادے کی گہرائی میں، ان جوہروں کے نہایت ہی چھوٹے چھوٹے مراکز میں، بے حد حساب توانائی پوشیدہ ہے۔ یہ جوہری توانائی پہلے پہلی تابکار مادوں میں سے خارج ہوتی ہوئی دیکھی گئی۔ بعض حالات میں یہ توانائی عام کیمیائی عمل

کی توانائی کے مقابلے میں لاکھوں گنا مقدار میں نہایت تیزی سے خارج ہو سکتی ہے۔

جوہری توانائی اور اس کے اخراج کے لئے جو طبیعی حالات ناگزیر ہیں ان کے مطالعے سے حال ہی میں نہ صرف سورج کے اشعاع کی توضیح پیش کی گئی ہے بلکہ مختلف اقسام کے ستاروں کے اشعاع اور ان کے مخصوص خواص کی بھی وضاحت ممکن ہو گئی ہے اور توانائی کے ماخذ کا مسئلہ حل ہونے سے ستاروں کے ارتقاء کے مسائل، بالخصوص ہمارے اپنے سورج کے ماضی و حال کا مسئلہ حل ہونے کے امکانات روشن ہو گئے ہیں۔

لیکن ان دلچسپ مسائل پر گفتگو کرنے سے پیشتر ہمیں جوہروں کی دنیا کی سیر کرنی ہوگی اور ان کے خواص اور اندرونی ساخت کا حال جاننا ضروری ہوگا۔ قارئین اس خالص طبیعیاتی بحث سے خاصی ذہنی کوفت محسوس کریں گے لیکن ستاروں کا علم حاصل کرنے سے پیشتر اس مادے کے خواص جاننا ضروری ہے جس سے ان ستاروں کی تشکیل ہوئی ہے۔ ان دقیق مباحث پر توجہ دینے سے فلکیات کی بہتر سوجھ بوجھ حاصل ہو سکتی ہے۔ یہ عین ممکن ہے کہ اگلے تین ابواب پر سرسری سی نظر ڈالی جائے اور ان کے نتائج کو تسلیم کر لیا جائے تو سورج کے ماضی اور مستقبل کے ارتقاء کی واضح تصویر سامنے آ جائے

دوسرا باب

جوہر کی ساخت

جوہر۔ فلسفی کا ایک خیال

جوہری نظریے کی ابتدا حضرت عیسیٰ علیہ السّلام کی ولادت سے تقریباً ۴۷۵ سال پیشتر قدیم یونانی شہر ابدیرا میں ہوئی۔ اس کا سب سے پہلا محرک ایک بوڑھا تھا جس کی ڈاڑھی کے بال بکھرے ہوئے تھے۔ وہ اپنے نظریات کی تعلیم گھر سے باہر معبد کے سایوں میں دیا کرتا تھا۔ اس کا نام دیموقریطس تھا اور اسے "ضحاک فلسفی" کے نام سے پکارا جاتا ہے۔

ہم عالم تصور میں اس کا یہ وعظ سن سکتے ہیں "کسی مادی چیز کا ٹکڑا مثلاً پتھر، بے شمار نہایت ہی چھوٹے علیحدہ علیحدہ ذرات پر مشتمل ہے۔ بالکل جس طرح اس معبد کی تعمیر ان علیحدہ علیحدہ پتھروں سے ہوئی ہے۔ جس طرح گنتی کے چند حروف مل جل کر لاتعداد الفاظ کو جنم دیتے ہیں، اسی طرح یہ ذرّات، جن سے تمام مادی اجسام ترکیب پاتے ہیں، ایک دوسرے کے ساتھ مختلف ترتیب اور ترکیب سے جڑے ہوئے ہیں۔ یہ بنیادی ذرّات مادے کی تقسیم در تقسیم کی آخری شکل ہیں۔ پس میں انہیں "اٹم" یا جوہر (یعنی ناقابلِ تقسیم یا اجزائے لایتجزیٰ) کا نام دیتا

ہوں۔ یہ اس قدر چھوٹے ہیں کہ انہیں منطقی طور پر بھی مزید چھوٹے ذرات میں تقسیم کرنا ناممکن ہے۔"

دیموقریطس کے فلسفی ذہن کے لئے جوہروں کا وجود ایک منطقی ضرورت تھا کیونکہ یہ مادے کی تقسیم کی آخری حد تھی اور تقسیم کے اس عمل کو غیر محدود ماننے سے اسے انکار تھا۔ اس کے خیال میں جوہری مفروضے کے مطابق قدرت کے رنگارنگ مظاہر کی وضاحت بنیادی ذرات کی چند قسموں کے تعامل میں مضمر تھی۔ اس طرزِ فکر سے فطرت کی سادگی کے بارے میں دیموقریطس کی فلسفیانہ رائے کی بھی تصدیق ہوتی تھی۔

یونانی فلسفے کے رائج الوقت خیالات کی مطابقت میں دیموقریطس نے چار مختلف بنیادی ذرات کا وجود تسلیم کیا۔ یعنی ہوا، مٹی، پانی اور آگ جو علی الترتیب ہلکے پن، بھاری پن، نمی اور خشکی کی خاصیتیں ظاہر کرتے ہیں۔ اس کا یہ عقیدہ تھا کہ تمام قدرتی اشیاء ان چار بنیادی عناصر کے مختلف امتزاج سے حاصل کی جاسکتی ہیں بالکل اسی طرح جیسے مٹی اور پانی کے ملانے سے کیچڑ یا کسی کڑاہی میں آگ اور پانی کے ملانے سے بخارات۔ اس نے ان بنیادی ذرات کے خواص کے بارے میں بھی خیال آرائی کی۔ اس نے خصوصیت سے آگ کے شعلوں کو پھسلنے والے گول اجسام تصور کر کے شعلے کے بھڑکنے کی وضاحت کی۔

قرونِ وسطیٰ کا جنونِ کیمیاگری

مادے کی گتھی سلجھانے کے لئے یونانی مفکر کی یہ کوشش محض عقل کے بل

بوتے پر تھی۔ مادے کی ساخت اور تغیرات کے مطالعے نے کئی صدیوں کے بعد عملی رنگ اختیار کیا۔ قرون وسطیٰ میں یورپ کے کیمیاگر نیم تاریک کمروں میں بڑے بڑے آتش دانوں کے سامنے ایک سعیٔ لاحاصل میں مستغرق رہے۔ ان کے ارد گرد عجیب و غریب شکل کے لاتعداد عرق کھینچنے والے ظروف اور ہر ممکن شے سے بھرے ہوئے برتن بکھرے نظر آتے۔ ان کے ذہنوں پر مادے کے تسلسل کے قدیم فلسفیانہ نظریات مسلط تھے۔ دولتمند بننے کی دھن میں وہ اِن اشیاء کو کبھی پیستے، کبھی ایک دوسرے میں ملاتے، کبھی ان کو پگھلاتے، حل کرتے اور ابالتے، کبھی رسوب بناتے، اور کبھی کسی شے کو بخارات بنا کر اڑاتے الغرض وہ ان پر ہر ممکن عمل کرتے تاکہ کسی صورت مصنوعی سونا بنانے کا طریقہ ہاتھ لگ جائے۔ ان کی اِن کوششوں ہی سے ضمناً جدید علمِ کیمیا کی بنیادیں استوار ہوئیں۔

اِس دور میں قدیم یونانی فلسفے کے چار عناصر کی جگہ چار نئے عناصر نے لے لی۔ یہ عناصر پارہ، گندھک، نمک اور آگ تھے۔ انہیں یہ یقین تھا کہ ان کی مناسب آمیزش سے بالآخر سونا، چاندی اور دوسری تمام اشیاء بن سکتی ہیں۔ لیکن چونکہ سینکڑوں کیمیاگروں کی کئی صدیوں کی کوشش کے باوجود سونا اور چاندی نہ بنائے جا سکے، اس لئے سترھویں صدی کے اواخر میں کیمیاگری کی بعض تجربہ گاہوں میں یہ نظریہ آہستہ آہستہ رواج پانے لگا کہ یہ قیمتی دھاتیں اور کئی دیگر اشیاء بذاتِ خود عناصر ہیں۔ اس طرح سونا بنانے کی اس پُراسرار صنعت نے آخرکار کیمیائی سائنس کی شکل اختیار کر لی۔ کیمیاگری اور فلسفے کے چار عناصر کی جگہ زیادہ لیکن

محدود تعداد کے نئے کیمیائی عناصر نے لے لی۔

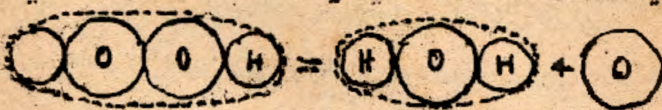
قرونِ وسطیٰ کی کیمیاگری کے منفی اثرات اس قدر گہرے تھے کہ اٹھارویں اور انیسویں صدی کی کیمیائی سائنس کے عقیدے کے مطابق ایک عنصر کو دوسرے عنصر میں تبدیل کرنا ناممکن تھا۔ مختلف عناصر کے جوہروں کو ان کے یونانی نام کے مطابق مادے کے ناقابلِ تقسیم ذرات سمجھا جاتا تھا۔ اور "کیمیاگر" کا لفظ سائنس دانوں میں باعثِ ننگ بن گیا تھا۔ لیکن جیسا کہ ہم بعد میں دیکھیں گے، یہ نظریہ بھی ہمیں حقیقت سے دور ہی لے گیا۔

ابتدائی کیمیا

اب ہمیں معلوم ہے کہ عناصر کی تعداد ۹۲[لے] ہے۔ اگر مختلف قسم کے جوہروں کی تعداد محدود ہے تو تمام دوسری لاتعداد اشیاء کی تشکیل ان ہی جوہروں کے مختلف امتزاج سے ہوئی ہے۔ غیر عنصری اشیاء کے پیچیدہ ذرات، یا سالمات میں فرق صرف ان کے ترکیبی جوہروں کی قسم اور تعداد میں ہے۔ ہر طالب علم جانتا ہے کہ پانی کا سالمہ یا مالیکیول ہائیڈروجن کے دو جوہروں اور آکسیجن کے ایک جوہر پر مشتمل ہے۔ اس کے برخلاف ہائیڈروجن پرآکسائڈ کا سالمہ ہائیڈروجن اور آکسیجن کے دو دو جوہروں سے تشکیل پاتا ہے۔ آخر الذکر سالمے میں آکسیجن کا دوسرا جوہر نسبتاً کمزور بندوں سے بندھا ہوا ہے جو

لے جوہری تحقیقات سے جو نئے ناپائدار عناصر معلوم ہو رہے ہیں۔ انہیں شامل کرنے سے یہ تعداد ۱۰۳ تک پہنچ چکی ہے۔ (مترجم)

آسانی سے آزاد ہو سکتا ہے اور آزاد ہو کر یہ مختلف نامیاتی اشیاء کی تکسید کر سکتا ہے اور رنگ بدل سکتا ہے۔ وہ عمل جس سے ہائیڈروجن پر آکسائڈ کا پیچیدہ اور ناپائدار سالمہ عام پانی کے ایک سالمے اور آکسیجن کے ایک آزاد جوہر میں تحلیل ہو جاتا ہے۔ شکل نمبر ۱ میں دکھایا گیا ہے۔ وقت کی بچت کے لئے ماہرینِ کیمیا ان عملوں کو فارمولوں کے ذریعے ایک خاص سادہ طریق سے ظاہر کرتے ہیں۔



ہائیڈروجن پر آکسائڈ کی پانی اور آکسیجن میں تحلیل

ان فارمولوں میں ہر عنصر ایک خاص نشان سے ظاہر کیا جاتا ہے جو اس عنصر کے یونانی یا لاطینی نام کا مخفف ہوتا ہے۔ سالمے میں جوہروں کی تعداد کو اس نشان کے دائیں طرف نچلے کونے میں چھوٹے سے ہندسے سے ظاہر کرتے ہیں۔ مندرجہ بالا کیمیائی عمل یوں لکھا جا سکتا ہے۔

$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + O$$

بالکل اسی طرح ہوا کی کاربن ڈائی آکسائیڈ کو CO_2، الکحل کو C_2H_5OH، نیلے تھوتیے کی قلموں کو $CuSO_4$ اور لونر کاسٹک یا سلور نائٹریٹ کو $AgNO_3$ لکھا جا سکتا ہے۔

جوہری سالماتی مفروضہ اس بات کا مقتضی ہے کہ کسی پیچیدہ کیمیائی شے کی تشکیل کے لئے جن مختلف کیمیائی عناصر کی ضرورت ہوتی ہے، ان کی اضافی مقداریں ہمیشہ اسی نسبت میں ہونی چاہئیں جس میں ان جوہروں کے

اوزان ہوں۔ تجربے سے اس امر کی تصدیق ہوتی ہے اور یہی ان نظریات کی صورت کا بیّن ثبوت ہے۔ یہ نظریہ سب سے پہلے پچھلی صدی کے آغاز میں ایک برطانوی ماہر کیمیا جاہن ڈالٹن نے پیش کیا۔

ڈالٹن کا طرزِ استدلال یہ تھا " فرض کرو کہ یوڑ سے دیموقریطس کا خیال صحیح تھا اور تمام عنصری اشیا واقعی بے حد چھوٹے چھوٹے جوہروں پر مشتمل ہیں۔ اگر ان جوہروں سے کسی کیمیائی مرکب کا سالمہ بنانا مقصود ہو تو ان میں سے ایک، دو تین یا زیادہ جوہروں کی ضرورت ہوگی۔ لیکن کوئی شخص $\frac{1}{۲}$ ۳ جوہر استعمال نہیں کر سکتا۔ بالکل اسی طرح جیسے $\frac{1}{۲}$ ۳ فلابازوں پر مشتمل جمناسٹک کا ایک گروپ نہیں بنایا جا سکتا۔" ڈالٹن کی کتاب "کیمیائی فلسفے کا جدید نظام" ۱۸۰۸ء میں مانچسٹر میں شائع ہوئی اور اس کے بعد جوہروں اور سالموں کا وجود مادے کی سائنس کی مسلمہ اور غیر متزلزل بنیاد قرار پا گیا۔ مختلف کیمیائی عناصر کے درمیان کیمیائی عمل کے مقداری مطالعے سے ان جوہروں کے اضافی جوہری اوزان کی صحیح قیمت معلوم ہو گئی لیکن انفرادی جوہروں کے مطلق وزن اور جسامت کیمیا کے دائرہ سے باہر ہی رہے۔ جوہری نظریے کی مزید ترقی کا انحصار اب طبیعیات کی ترقی پر تھا۔

حرارت کا حرکی نظریہ

کیا مادے کی سالماتی ساخت کے مفروضے کی بنا پر ہم مادے کی تین بنیادی حالتوں یعنی ٹھوس، مائع، گیس کے فرق کو سمجھ سکتے ہیں؟ ہمیں معلوم ہے کہ تمام قدرتی اشیاء کو ان حالتوں میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ لوہے ایسی

سخت چیز بھی کئی ہزار درجے پر بخارات بن جاتی ہے اور کافی کم درجۂ حرارت پر ہوا ایسی شے بھی ٹھوس شکل اختیار کر لیتی ہے ۔ پس کسی چیز کی ٹھوس، مائع یا گیس کی حالت میں جو فرق ہے، وہ حرارت کے لحاظ سے اس کی کیفیت پر منحصر ہے۔ کسی ٹھوس جسم کو گرم کر کے ہم اسے مائع میں تبدیل کر دیتے ہیں۔ اور زیادہ گرم کرنے سے ہم مائع کو گیس بنا دیتے ہیں۔ لیکن سوال یہ ہے کہ حرارت ہے کیا؟

طبیعیات کے ارتقا کے ابتدائی دور میں یہ خیال کیا جاتا تھا کہ حرارت ایک بے شکل اور بے وزن سیّال ہے جو گرم اجسام سے سرد اجسام میں بہتا ہے اور انہیں گرم کر دیتا ہے یہ نقطۂ نظر آگ کی نوعیت کے بارے میں قدیم نظریے کی یادگار تھا جس کی رو سے آگ ایک علیحدہ عنصر تھا۔ لیکن ہم اپنے ہاتھوں کو ایک دوسرے کے ساتھ رگڑ کر بھی گرم کر سکتے ہیں۔ اور اگر ہم دھات کے کسی ٹکڑے کو بار بار ہتھوڑے سے چوٹ لگائیں تو وہ بھی گرم ہو جاتا ہے۔ یہ بات بڑی عجیب و غریب معلوم ہوتی ہے کہ یہ فرضی حرارتی سیّال رگڑنے یا چوٹ لگانے سے بھی پیدا ہو جائے۔

مادے کے سالماتی نظریے نے اس کی زیادہ معقول توضیح پیش کی۔ اس نظریے کے مطابق گرم جسم میں کسی قسم کا کوئی سیّال زیادہ نہیں ہوتا بلکہ اس میں اور سرد جسم میں صرف اس کے ذرّات کی حرکت کا فرق ہوتا ہے۔ طبعی درجۂ حرارت پر ہر مادی جسم کے سالمات مستقل طور پر متحرک ہوتے ہیں۔ جوں جوں وہ زیادہ تیزی سے حرکت کرتے ہیں، توں توں جسم زیادہ گرم محسوس ہوتا ہے۔ اگر ہم کسی گرم جسم کو نسبتاً سرد جسم سے مَس کریں یعنی دو متصل اجسام میں درجۂ حرارت کا فرق ہو

توگرم جسم کے تیز رفتار سالمات اپنی مشترک حد پر سرد جسم کے سست رفتار سالمات سے ٹکرائیں گے۔ اس عمل میں وہ اپنی حرکی توانائی کا کچھ حصہ ان میں منتقل کردیں گے۔ اس طرح تیز رفتار سالمات آہستہ آہستہ سست ہونے لگیں گے۔ اور سست سالمات کی رفتار کچھ بڑھ جائے گی حتیٰ کہ توازن کی ایسی صورت پیدا ہو جائے گی جس میں دونوں اجسام کے سالمات میں اوسط توانائی مساوی ہوگی۔ اس صورت میں ہم کہیں گے کہ دونوں اجسام کا درجۂ حرارت مساوی ہے اور ایک سے دوسرے میں حرارت کا انتقال رک گیا ہے۔

حرارت اور درجۂ حرارت کے اس نظریے کے تحت یہ بھی لازم آتا ہے کہ کم سے کم درجۂ حرارت کی کوئی حد ہو۔ اس درجۂ حرارت کو صفرِ مطلق کہتے ہیں۔ اس درجۂ حرارت پر تمام مادی اجسام کے سالمات بالکل ساکن ہو جاتے ہیں۔ سالمات کی باہمی کشش کی وجہ سے ہر چیز کے ترکیبی ذرات ایک دوسرے کے ساتھ جڑے رہیں گے اور ٹھوس کے خواص کا مظاہرہ کریں گے۔

جوں جوں درجۂ حرارت بڑھتا جاتا ہے، سالمات حرکت میں آتے جاتے ہیں کچھ عرصہ بعد ایسی صورت پیدا ہو جاتی ہے کہ انفصالی قوتیں سالمات کو اپنی جگہوں پر سختی سے پابند نہیں رکھ سکتیں۔ اگرچہ اس وقت بھی وہ اتنی طاقتور ہوتی ہیں کہ سالمات بالکل آزاد نہیں ہو سکتے۔ اس طرح وہ جسم استوار نہیں رہتا۔ لیکن اس صورت میں بھی اس کا مخصوص حجم برقرار رہتا ہے۔ یہ مادے کی مائع حالت ہے۔ اگر درجۂ حرارت میں اضافہ کر دیا جائے تو سالمات کی رفتار اسقدر بڑھ جاتی ہے کہ وہ ایک دوسرے سے جدا ہو جاتے ہیں اور ہر سمت میں

منتشر ہو جاتے ہیں - یہ کیسی حالت ہے جس میں غیر محدود پھیلاؤ کا رجحان پایا جاتا ہے
دیکھا گیا ہے کہ بعض اشیاء دوسروں کی نسبت کم درجۂ حرارت پر پگھل جاتی ہیں اور
بخارات بن جاتی ہیں - اس کی توضیح یوں کی جاتی ہے کہ ان کے سالمات کے درمیان
کششِ اتصال کی مقدار کا اختلاف ہے -

سالمانی حرکت کی توانائی

اب سوال یہ ہے کہ کیا ان نظریات کو تجربات سے بھی ثابت کیا جا سکتا ہے؟
کیا حرارت کے اثر سے سالمات میں جو حرکت پیدا ہوتی ہے اسے نظری طور پر
جاننے کے بعد، دیکھا بھی جا سکتا ہے؟ اس قسم کے ثبوت کی طرف پہلا قدم انیسویں
صدی کے آغاز میں اٹھایا گیا - لیکن جس شخص نے یہ کام کیا اسے اس انکشاف کی
اہمیت کا قطعی کوئی احساس نہ تھا -

لندن میں برطانوی عجائب گھر کا محافظ، رابرٹ براؤن، ایک روز اپنی
خردبین پر جھکا ہوا تھا - خردبین کے نیچے پانی کا ایک قطرہ تھا - جس میں نہایت
باریک نباتاتی ذرّات (SPORES) تھے - براؤن نے دیکھا کہ یہ نباتاتی ذرات ایک
مسلسل مگر بے قاعدہ سی حرکت میں مصروف ہیں - وہ پیچیدہ راستوں پر ادھر اُدھر
پھدک رہے تھے - لیکن کسی وقت بھی اپنے اصلی مقام سے زیادہ دور نہیں جاتے
تھے - اگرچہ سن رسیدہ ماہر نباتیات کی میز بالکل ساکن تھی لیکن ایسا معلوم ہوتا
تھا کہ سارا قطرہ تھرتھرا رہا ہے - بالکل اس طرح جیسے تیز رفتار گاڑی میں چیزیں
ہلتی رہتی ہیں -

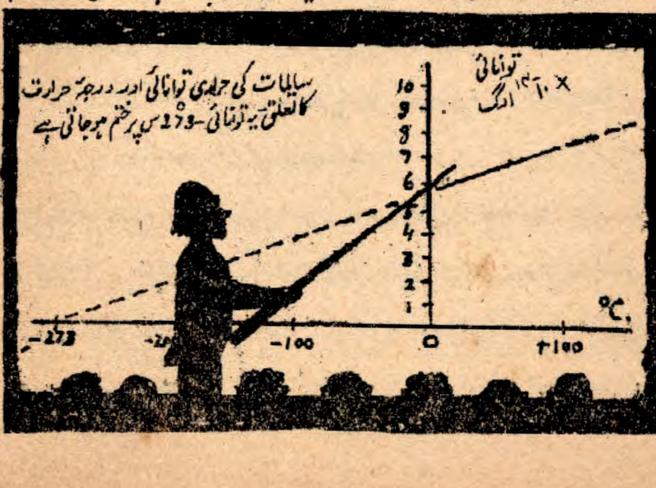
اگر کسی مائع میں کوئی چھوٹا سا ذرہ معلّق ہو تو اس میں مستقل اضطراب کی یہ خاصیت پائی جاتی ہے۔ بعدازاں یہ دیکھا گیا کہ اگر پانی میں دھات کے چھوٹے چھوٹے ذرات معلّق ہوں تو ان میں بھی یہی خاصیت پائی جاتی ہے (اس قسم کی ملاوٹ[1] کو سونتی آویزہ کہتے ہیں)۔ یہاں تک کہ ہوا میں تیرتے ہوئے بہت چھوٹے خاکی ذرات کا بھی یہی حال ہے۔

براؤن نے اس انکشاف کا اعلان ۱۸۲۸ء میں کیا۔ لیکن وہ اس کی کوئی توضیح پیش نہ کر سکا۔ تقریباً نصف صدی بعد یہ ثابت کیا گیا کہ مائع یا گیس کے سالمات حرارت کے سبب متحرک ہوتے ہیں اور معلّق ذرات پر اُن کی بوچھاڑ سے براؤنی حرکت پیدا ہوتی ہے۔ براؤنی ذرّات جسامت کے لحاظ سے غیر مرئی سالمات سے بڑے اور روزمرّہ زندگی میں استعمال ہونے والی اشیا کے ذرّات سے چھوٹے ہوتے ہیں، اتنے چھوٹے کہ دوسرے سالمات کے تصادم سے متاثر ہو سکیں لیکن یہ اتنے چھوٹے بھی نہیں ہوتے کہ ایک اچھی خردبین سے دیکھے ہی نہ جا سکیں۔ ان ذرّات کی حرکت کا مطالعہ کر کے ہم اردگرد کے سالمات کی حرکت کی توانائی براہِ راست شمار کر سکتے ہیں۔ میکانیات کے بنیادی قوانین سے ظاہر ہے کہ جہاں بے قاعدہ طور پر حرکت کرنے والے ذرّات کی بیشمار تعداد موجود ہو، وہاں ان تمام ذرّات کی حرکی توانائی اوسطاً یکساں ہونی چاہیے۔ ہلکے ذرّات لازماً تیزی سے چلتے ہیں، اور بھاری ذرّات آہستہ، تاکہ ان کی انفرادی کمیتوں اور رفتاروں کے مربع کا حاصل ضرب ہمیشہ یکساں رہے۔ یہ مقدار حرکی توانائی کا تعیّن کرتی ہے۔

---

[1] COLLOID SUSPENSION

اگر ابتدا ہی سے توانائی مساوی طور پر تقسیم نہ ہو، تو باہمی تصادم سے تیز رفتار ذرات بہت جلد سست ہو جائیں گے اور سست رفتار تیز، حتیٰ کہ مجموعی توانائی تمام ذرات میں مساوی طور پر تقسیم ہو جائے گی۔ براؤنی ذرات اگرچہ بظاہر بہت چھوٹے نظر آتے ہیں لیکن سالمات کے مقابلے میں کافی بڑے ہوتے ہیں۔ اس لئے ان کی رفتار کافی کم ہو گی۔ فرانسیسی ماہرِ طبیعیات، جین پیرین (JEAN PERRIN) نے ان ذرات کی رفتار اور کمیت ایک عمدہ طریقے سے معلوم کر کے یہ ثابت کیا کہ کمرے کے عام درجۂ حرارت (۲۰° س یا ۶۸° ف) پر ان کی اوسط حرکی توانائی —— ۰٫۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۶۳ یا ۶٫۶۳ × $۱۰^{۱۴}$ ارگ ہوتی ہے۔ توانائی کی مساوی تقسیم کے کلیے کے مطابق اس درجۂ حرارت پر ہر شے کے سالمات کی حرکی توانائی یہی ہو گی سالماتی حرکت میں اضافے اور درجۂ حرارت کے اضافے میں جو تعلق ہے، وہ بھی ہم براؤنی حرکت کے مطالعے سے معلوم کر سکتے ہیں۔ اگر ہم اس مائع کو گرم کریں جس میں ذرات معلق ہوں تو ان ذرات کی حرکت زیادہ تیز ہو جاتی ہے۔ اس سے ظاہر



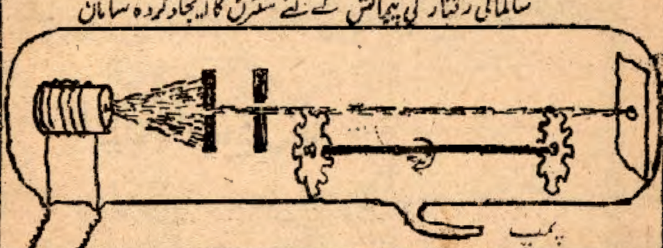
ہوتا ہے کہ مائع کے سالمات کی حرکی توانائی بڑھ گئی ہے۔ شکل ۲-۲ میں براؤنی ذرات یا دوسرے الفاظ میں الگ الگ سالمات کی توانائی اور مائع کے درجۂ حرارت کا ایک دوسرے پر انحصار ظاہر کیا گیا ہے۔ پانی کے لئے پیمائشیں تو صرف اس کے نقطۂ انجماد اور نقطۂ جوش کے درمیان ہی کی جا سکتی ہیں جیسا کہ صفر درجے اور +۱۰۰ درجے کے درمیان مسلسل خط سے ظاہر کی گئی ہیں۔ لیکن ان حدود کے درمیان تمام پیمائشیں ایک ہی خطِ مستقیم پر واقع ہیں۔ اس لئے ان حدود سے نیچے اور اوپر کے درجۂ حرارت کے لئے ہم اس خط کو دونوں جانب بڑھا دینے میں حق بجانب ہیں۔ یہ حصہ شکل ۲-۲ میں نقطہ دار خط سے ظاہر کیا گیا ہے۔ اگر اس خط کو صفر سے کم درجۂ حرارت کے لئے بڑھائیں تو یہ صفر توانائی ظاہر کرنے والے افقی خط کو -۲۷۳°س یا -۴۵۹°ف پر قطع کرتا ہے۔ اس درجۂ حرارت پر سالماتی حرکت کی توانائی بالکل غائب ہو جاتی ہے اور اس نقطے سے نیچے درجۂ حرارت کے فرق کا ذکر بے معنی ہو جاتا ہے۔ یہ درجہ کم سے کم درجۂ حرارت یا صفرِ مطلق ظاہر کرتا ہے اور یہ مطلق درجۂ حرارت کے پیمانے یا کیلون سکیل (KELVIN SCALE) کی بنیاد ہے۔

سالماتی رفتار کی پیمائش

براؤنی حرکت کے مطالعے سے ہم حرارت کے باعث متحرک سالمات کی حرکی توانائی براہِ راست شمار کر سکتے ہیں۔ ہمیں صرف وہ طریقہ معلوم کرنا ہے جس سے ہم سالمات کی رفتار معلوم کر سکیں۔ ان دو پیمائشوں سے ہم فوراً ذرات کی کمیت معلوم کر سکتے ہیں (کیوں کہ حرکی توانائی برابر ہے $\frac{1}{2}$ × کمیت × رفتار^2 کے) سالمات

کی رفتار براہِ راست ناپنے کا بہترین طریقہ جرمنی کے ایک ماہرِ طبیعیات، آٹو سٹرن (OTTO STERN) نے ایجاد کیا۔ سٹرن کو معلوم تھا کہ گیس یا مائع کے اندر سالمات کی رفتار معلوم کرنا ممکن نہیں کیونکہ ان میں مسلسل تصادم کے باعث ذرات خاصی بے قاعدگی سے حرکت کرتے ہیں اور ان کی حرکت کی سمت ہر لحظہ بدلتی رہتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر ہوا کا دباؤ اور درجۂ حرارت طبعی ہو، تو اس کے ہر سالمے کو ایک سیکنڈ میں کئی ارب تصادم سے سابقہ پڑتا ہے۔ اس قسم کے دو تصادم کے درمیانی وقفے میں سالمہ صرف ۲....۶ سم کے لئے آزادانہ حرکت کرتا ہے۔

سٹرن نے یہ کوشش کی کہ گیس کے چند سالمات کو آزاد فضا میں بلا روک ٹوک ایسے راستوں پر حرکت کرنے کا موقع دیا جائے جن کی پیمائش کی جا سکے۔ اس کام کے لئے وہ چند ماہ میں ایک نیا سامان ترتیب دینے میں کامیاب ہو گیا۔ اس سامان کے تمام حصوں کو ایک لمبے سلنڈر نما برتن میں رکھا گیا۔ جس میں مکمل خلا پیدا کیا گیا تھا۔ اس برتن کے بائیں طرف ایک ڈبہ تھا۔ اس ڈبے میں ایک مخصوص



سالماتی رفتار کی پیمائش کے لئے سٹرن کا ایجاد کردہ سامان

سوراخ کے راستے وہ شے داخل کی گئی جس پر تحقیقات کرنا مقصود تھا۔ اس کے گرد ایک تار چکردن کی صورت میں لپٹا ہوا تھا۔ اس میں برقی رو گزارنے سے

اس قدر حرارت پیدا ہوئی کہ اس شے نے بخارات کی شکل اختیار کر لی۔ حرارت کے سبب بخارات کے سالمات اس قید خانے میں ہر سمت میں اڑنے لگے۔ اس ڈبے کی ایک دیوار میں ایک چھوٹا سا سوراخ تھا۔ اس حرکت کے دوران میں کچھ سالمات ایک باریک پھوہار کی شکل میں اس سوراخ سے باہر نکلے۔ سوراخ کے سامنے دو چھوٹے سے پردے تھے۔ ان میں سے صرف وہ سالمات گزر سکتے تھے جو سلنڈر کے محور کے ساتھ حرکت کر رہے تھے۔ باقی تمام سالمات کا راستہ منقطع ہو گیا۔ اس طرح سالمات کی ایک "شعاع" سی بن گئی۔ جس میں تمام سالمات ایک ہی سمت میں اپنی اصلی رفتاروں سے حرکت کر رہے تھے۔

اس سامان کا سب سے اہم حصہ وہ تھا۔ جس کے ذریعے ان ذرات کی رفتار ناپی جاتی تھی۔ اس مقصد کے لئے سٹرن نے وہ طریقہ استعمال کیا جو عام طور پر بڑے بڑے شہروں کی شاہراہوں پر موٹر کاروں کے ٹریفک میں نظم پیدا کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس مقصد کے لئے ٹریفک کی بتیوں کے اوقات اس طرح ہم آہنگ کئے جاتے ہیں۔ کہ صرف ایک خاص رفتار سے چلنے والی گاڑیاں بلا روک ٹوک گزر سکتی ہیں اور سرخ بتی انہیں کسی چوراہے پر رکنے کا اشارہ نہیں کرتی۔ سٹرن نے اپنے سامان میں یہ فارمولا مندرجہ ذیل طریقے سے استعمال کیا۔

سالمات کی اس متوازی 'شعاع' کے راستے میں دو دندانے دار پہیے رکھے گئے ہیں۔ یہ پہیے ایک تیز رفتار محور کے دونوں سروں پر ایسے طریقے سے نصب کئے گئے کہ ایک کے دندانے دوسرے کی خالی جگہوں کے سامنے آ

گئے۔ جب محور متحرک نہ ہو تو ان پہیّوں سے کوئی سالمہ نہیں گزر سکتا۔ اگر انہیں ایسی رفتار سے چلایا جائے کہ جتنے وقت میں ایک دندانہ اپنی چوڑائی کا نصف حصّہ گھومتا ہے، بالکل اتنے ہی وقت میں سالمہ دونوں پہیّوں کا درمیانی فاصلہ طے کرے، تو وہ تمام سالمات جن کی رفتار یکساں ہوگی دونوں پہیّوں میں سے گزر جائیں گے اور سلنڈر کے دائیں طرف رکھے ہوئے پردے پر گریں گے پس اس سالماتی شعاع نے پہیّوں کی گردش کی جس رفتار سے گزر کر جنم لیا، اس کا مشاہدہ کر کے سٹرن نے بآسانی ان ذرّات کی رفتار شمار کر لی۔ اس نے دیکھا کہ ۵۰۰ س پر سوڈیم کے جوہروں کی رفتار ایک لاکھ سم فی سیکنڈ یا دو ہزار میل فی گھنٹہ تھی۔ کمرے کے درجۂ حرارت پر ہائیڈروجن کے جوہروں کی رفتار —— ۲۶۸×۱۰^{۵} سم فی سیکنڈ شمار کی گئی۔

پیرن کے تجربے میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ کمرے کے درجۂ حرارت پر تمام ذرّات کی حرکی توانائی ۳۶۴×۱۰^{-۱۴} ارگ ہوتی ہے۔ دوسرے جوہروں اور سالموں کی کمیتیں اُن کے اضافی جوہری اور سالماتی اوزان سے شمار کی جا سکتی ہیں۔ مثلاً پانی کا سالمہ ہائیڈروجن کے جوہر سے ۱۸ گنا بھاری ہے اور چونکہ ایک مکعب سم پانی کا وزن ایک گرام ہوتا ہے۔ اس لئے اس میں پانی کے ۳×۱۰^{۲۲} سالمات[1] ہونے چاہئیں۔ اس طرح پانی کے سالمے کا قطر تقریباً ۳×۱۰^{-۸} سم ہوگا

[1] سالمے کی جسامت کی اوسط صرف تخمیناً ہی بتائی جا سکتی ہے جوہری ساخت کے موجودہ نظریے کے مطابق اسکی صحیح حدود کی صراحت نہیں کیجا سکتی۔

اس قلیل وزن اور جسامت کا صحیح اندازہ اس بات سے ہو سکتا ہے کہ پانی کے چھوٹے سے قطرے ہی سالمات کی تعداد اتنی ہی ہے جتنی مشی گن[1] کی جھیل کے پانی میں قطروں کی تعداد ہے۔

اعداد و شمار اور میکسویل کی تقسیم

جیسا کہ ہم اوپر ذکر کر چکے ہیں اگر کسی جگہ بے قاعدہ طور پر حرکت کرنے والے بے شمار ذرات موجود ہوں تو باہمی تصادم کے اثر سے کچھ عرصے کے بعد ایسی صورت پیدا ہو جائے گی۔ جس میں ذرات کے مجموعے کی کل توانائی اوسطاً تمام ذرات میں مساوی طور پر تقسیم ہو جائیگی اوسطاً سے ہماری مراد یہ ہے کہ مقدار محض اعداد و شمار کے نقطۂ نظر سے صحیح ہو گی ورنہ بے قاعدہ تصادم کے باعث ذرات کے اس مجموعے میں کوئی ذرہ ایک وقت میں بے انتہا رفتار سے حرکت کر رہا ہو گا اور دوسرے وقت بالکل ساکن ہو گا پس کسی ذرے کی حرکی توانائی بڑی بے قاعدگی سے بڑھتی یا گھٹتی رہتی ہے لیکن تمام ذرات کے لئے اوسط توانائی یکساں رہتی ہے۔ اگر ہم کسی برتن میں موجود ذرات کی رفتاریں بیک وقت معلوم کر سکتے۔ تو ہم دیکھتے کہ اگرچہ بیشتر ذرات کی رفتار اوسط رفتار کے قریب قریب ہے تو پھر بھی ذرات کی ایک خاص تعداد کی رفتار ہمیشہ اوسط مقدار سے کافی کم یا زیادہ ہے۔

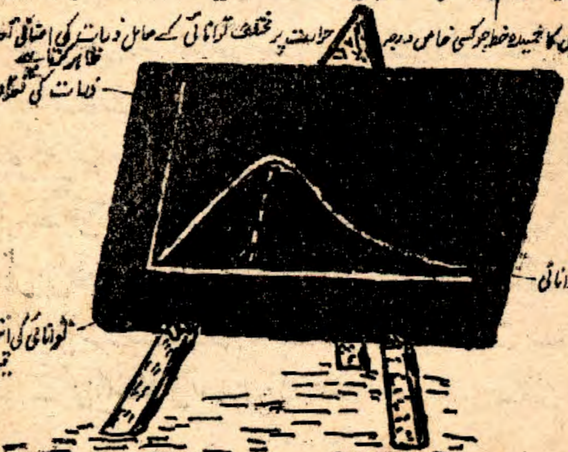
مثال کے طور پر سٹرن کے سامان میں سالماتی شعاع میں ذرّوں کی کچھ

---

[1] یہ ریاستہائے متحدہ امریکہ کی ایک جھیل ہے جس کا رقبہ ۲۲۴۰۰ مربع میل ہے (مترجم)

تعداد ایسی بھی موجود تھی جن کی رفتار اوسط رفتار سے زیادہ یا کم تھی۔ تجربے سے اس کا ثبوت یوں ملا کہ جب ذرات نے دار بہیّوں کی رفتار تبدیل کی جاتی تو پردے پر نمودار ہونے والی شعاع ایک دم غائب نہیں ہوتی تھی بلکہ اس کی شدت بتدرتیج کم ہو کر صفر رہ جاتی تھی اس منظہر سے ہمیں ایک طریقہ سوجھتا ہے جس کے ذریعے ہم معلوم کر سکتے ہیں کہ شعاع میں مختلف توانائی رکھنے والے ذرّات کی تعداد کیا ہے۔ محض اعدادو شمار کی بنیاد پر برطانوی ماہر طبیعات، کلارک میکسویل CLARK MAXWELL نے توانائی کی تقسیم کا سادہ فارمولا وضع کیا اسے میکسویل کا کلیۂ تقسیم کہتے ہیں

یہ تقسیم جو شکل ۲۷ میں نقشے کے ذریعے ظاہر کی گئی ہے عمومی ہے



اور اس کا اطلاق کثیر التعداد ذرات کے کسی بھی مجموعے پر ہو سکتا ہے، برتن میں گیس کے سالمات سے بے کراں ستاروں تک جن پر ہمارا کہکشانی نظام

مشتمل ہے۔ ہم آئندہ چل کر دیکھیں گے کہ سالماتی رفتاروں کی یہ تقسیم اُن مسائل میں اہم حصّہ لیتی ہے جن کا تعلّق جوہری توانائی کے اخراج سے ہے۔ اور اِس اخراج کا عمل انتہائی شدید حرارت کے باعث رونما ہوتا ہے۔

کیا جوہر واقعی ناقابلِ تقسیم ہے؟

جب سے جوہری نظریے کو سائنس میں بنیادی حیثیت حاصل ہوئی ہے اس وقت سے جوہر کو مختلف عناصر کے خواص کا حامل سمجھا گیا ہے۔ کیا وجہ ہے کہ ہائیڈروجن، آکسیجن اور کاربن کے ساتھ تعامل کرتی ہے، لیکن سوڈیم یا تانبے ایسے عناصر کے ساتھ کوئی کیمیائی مرکّب نہیں بناتی؟ اس کی وجہ یہ ہے۔ کہ یہ ان اشیاء کے جوہروں کی کیمیائی خاصیتیں ہیں۔ پھر کیا وجہ ہے کہ شعلے میں سوڈیم کا کوئی نمک ملانے سے چمک دار زرد رنگ پیدا ہوتا ہے اور تانبے کے نمکیات سے سبز رنگ؟ اس کی وجہ یہ بیان کی جاتی ہے کہ یہ سوڈیم اور تانبے کے جوہروں کی مناظری خاصیتیں ہیں۔ کیا وجہ ہے کہ لوہا سخت اور مضبوط ہے، قلعی نرم ہے اور پارہ عام درجۂ حرارت پر مائع ہے؟ ان دھاتوں کے خواص میں یہ اختلاف اس لئے ہے کہ ان کے جوہروں کے درمیان اتصالی قوتیں مختلف ہوتی ہیں۔

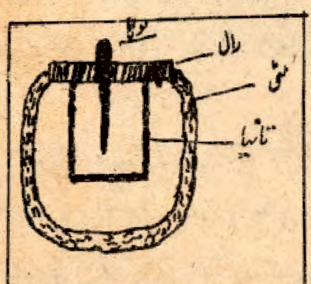
لیکن کیا اس امر کی بھی کوئی توضیح کی جا سکتی ہے کہ مختلف جوہروں میں خواص کا یہ اختلاف کیوں ہے؟ اگر ہم اس قدیم نظریے کو ترک کر دیں، جس کے مطابق کچھ مدّت پہلے تک جوہروں کو ناقابلِ تقسیم سمجھا جاتا تھا۔ اور

جوہر کو مزید چھوٹے ذرات پر مشتمل سمجھیں تو ہم اس اختلاف کی توضیح پیش کر سکتے ہیں۔ اس طرح مختلف عناصر کے جوہروں کے خواص اور ان کی اندرونی ساخت کے اختلاف کا تعلق بھی معلوم کیا جا سکتا ہے۔ لیکن سوال یہ ہے کہ اگر جوہروں کا نظام واقعی اتنا پیچیدہ ہے تو ان کی تشکیل کن ذرات سے ہوئی ہے؟ کیا یہ ممکن ہے کہ جوہر کو چیر پھاڑ کر اس کے اجزا علیحدہ کئے جا سکیں اور ان کا الگ الگ مطالعہ کیا جا سکے؟ اس سوال کے جواب سے پیشتر یہ ضروری ہے کہ ہم اپنی توجہ برق کے مظاہر کی جانب اور بالخصوص ابتدائی برقی ذرے یا الیکٹران پر مرکوز کریں۔

ملمع سازی کا قدیم عربی طریقہ

برق اور برقی رو کا پہلا استعمال ہمیں ماضی بعید کی طرف لے جاتا ہے حال ہی میں شہر بغداد کے قریب خوجوط ربوہا میں کھدائی کے دوران میں ایک عجیب و غریب قسم کا برتن برآمد ہوا ہے جو ولادتِ مسیح سے غالباً ایک سو سال پہلے کا ہے اس میں مٹی کا بنا ہوا ایک ظرف ہے۔ اس کے اندر خالص تانبے کا ایک

شکل نمبر ۵



عرب کی ایک قدیم برقی بیٹری

سٹینڈ بندھا ہوا ہے اس کے منہ پر رال کا ڈھکنا ہے۔ اس ڈھکنے سے لوہے کی ایک ٹھوس سلاخ گزاری گئی ہے۔ جس کا نچلا سرا غالباً کسی تیزاب نے کھا لیا ہے (شکل نمبر ۵)

اس سامان کو کمزور برقی رو پیدا کرنے کے علاوہ کسی اور کام میں نہیں لایا جاسکتا۔ غالباً عرب سنار اسے ہارون الرشید کے عہدِ حکومت سے پہلے برتنوں پر ملمع سازی کے لئے استعمال کرتے تھے۔ پر رونق مشرقی بازاروں کی چھوٹی چھوٹی دکانوں کے عقب میں برقی رو کے ذریعے بالیوں اور جوڑیوں پر سونے اور چاندی کی خوبصورت تہہ چڑھائی جاتی تھی اس کے بعد دو ہزار سال کا عرصہ گزر گیا تب کہیں اٹلی کے سائنسدان دوتور گیلوانی —— (DOTTORE GALVANI) نے دوبارہ برق پاشیدگی کا انکشاف کیا اور دنیا میں یہ طریقہ عام ہو گیا۔

جوہروں کا ناقابلِ تقسیم برقی بار

پچھلی صدی کے نامور برطانوی ماہرِ طبیعیات، مائیکل فیریڈے —— (MICHAEL FARADAY) نے برقی رو کے اسی طریقے سے، جس سے قدیم زمانے میں مشرق کی حسیناؤں کے زیورات پر ملمع سازی کی جاتی تھی، مادے اور برق کے خواص کے بارے میں نہایت اہم نتائج اخذ کئے۔ اس نے محلول سے گزرنے والی برقی رو کی مقدار اور برقیروں پر جمع ہونے والی دھات کے تعلق کے بارے میں تحقیق کی اور یہ معلوم کیا کہ برق کی یکساں مقدار گزرنے سے مختلف عناصر

کی جو مقدار برقیروں پر جمع ہوتی ہے، وہ ہمیشہ اُن اوزان کے متناسب ہوتی ہے جن سے وہ دوسرے عناصر کے ساتھ عمل کرتے ہیں (امتزاجی کیمیائی اوزان) جوہری سالماتی نقطۂ نظر سے اس کا مطلب یہ ہے کہ مختلف جوہروں میں جو برقی بار ہے وہ ہمیشہ برق کی خاص ناقابلِ تقسیم مقدار کا سالم حاصل ضرب ہوتا ہے۔ مثلاً ہائیڈروجن کا ایک رواں (ION) یا باردار جوہر[1] ایک مثبت بار یا چارج کا حامل ہوتا ہے، آکسیجن کے رواں میں دگنا منفی بار ہوتا ہے۔ اور تانبے کے رواں میں دگنا مثبت بار۔

اس سے یہ ظاہر ہو گیا کہ مادے کی جواہریت کے مقابلے میں برقی بار میں بھی کچھ اس قسم کی جواہریت پائی جاتی ہے۔ اگر ہم کسی محلول سے گزرنے والی برقی رو کی کل مقدار کو منفی برقیرے پر جمع ہونے والے ہائیڈروجن کے جوہروں کی تعداد سے تقسیم کر دیں تو ہم اس ناقابلِ تقسیم برقی بار کی مقدار معلوم کر سکتے ہیں۔ اگر اسے مروج اکائیوں میں ظاہر کیا جائے تو یہ مقدار نہایت قلیل ہو گی مثلاً وہ برقی رو جو ایک عام ٹیبل لیمپ کو ایک سکنڈ میں مہیا کی جاتی ہے۔ ایسی کئی کھرب اکائیوں پر مشتمل ہوتی ہے۔

چھوٹے اجسام کے برقی بار کی جواہریت

یہ بات تو ہمیں معلوم ہو چکی ہے کہ مادے کے ناقابلِ تقسیم اجزا اور سالمات کی حراری حرکت کا براہِ راست مشاہدہ براؤنی ذرات پر اثرات دیکھ کر کیا جا سکتا ہے۔ یہ ذرات اگرچہ نہایت چھوٹے ہوتے ہیں۔ لیکن نظر آ سکتے ہیں سوال

[1] وہ جوہر جس میں برقی چارج موجود ہو (مترجم)

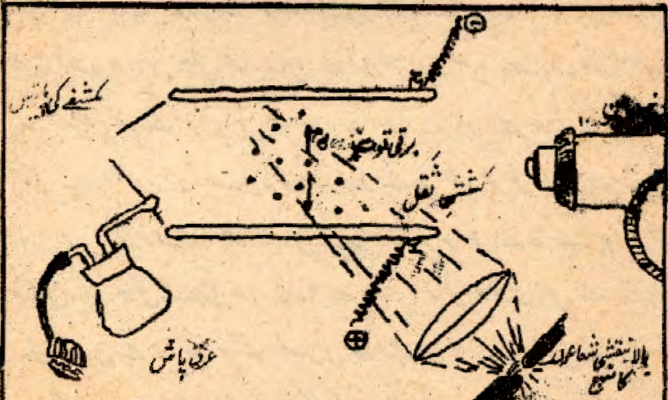
یہ ہے کہ اگر ہم بہت چھوٹے ذرّات لیں جن کی جسامت کم ازکم اتنی ہو۔ کہ خردبین میں دیکھے جاسکیں اور جو نہایت کمزور برقی قوتوں سے متاثر بھی ہوسکیں تو کیا یہ ممکن ہے کہ ایسے ہی طریقے سے برقی بار کے غیر مسلسل ہونے کا مشاہدہ کیا جاسکے؟ ہاں یہ ممکن ہے اور سائنس دانوں نے ایساکر دکھایا ہے۔

سنہ ۱۹۱۱ء میں موسم خزاں کا ایک کہرآلود دن تھا۔ شگاگو یونیورسٹی کا ایک پروفیسر، رابرٹ اے ملیکان (ROBERT . A . MILIKAN) ایک ایسی خردبین میں دیکھ رہا تھا۔ جو سلنڈروں، نالیوں اور تاروں کے ایک پیچیدہ نظام سے منسلک تھی۔ خردبین کے چمکدار حیطۂ نظر کے مرکزی حصے کے قریب ایک نہایت ہی چھوٹا قطرہ ہوا میں معلق تھا۔ یہ اُن بے شمار قطرات میں سے ایک تھا جنہیں ایک مخصوص قسم کے عرق پاش (ATOMIZER) کے ذریعے پیدا کیا گیا تھا۔ خالی آنکھ سے یہ قطرات دھند کی مانند نظر آتے تھے یہ قطرہ جو کچھ دیر پہلے ساکن تھا ایک دم اوپر کی طرف اٹھنے لگا۔ اس سے پیشتر کہ یہ نظر سے غائب ہو۔ ڈاکٹر ملیکان ایک خاص آلے کی مدد سے اسے دوبارہ ساکن حالت میں لے آیا۔ ڈاکٹر کے معاون نے جو ایک نوٹ بک میں وولٹ میٹر کا اندراج کر رہا تھا۔ آہستہ سے کہا،" دو سو اٹھاون"۔ ڈاکٹر کے ہاتھ نے دوبارہ حرکت کی تو اس نے پھر کہنا شروع کیا، " ایک سو انتیس ـــ صفر چھیاسی، ـــ صفر ساڑھے چونسٹھ" ڈاکٹر ملیکان قطرے کو ایک مقام پر ٹھہرا کر مسلسل دیکھتے رہنے سے تھک گیا اور کرسی کے سہارے پیچھے کو جھک گیا۔

اس تجربہ کا ریکارڈ دیکھتے ہوئے اس نے اطمینان کا سانس لیا اور

کہنے لگا۔ "ایک وقت میں صرف ایک ہی الیکٹران۔ میرا خیال ہے کہ اب ہمارے پاس اتنا مواد ہے کہ ہم اس ناقابلِ تقسیم برقی بار کی صحیح قیمت شمار کر سکیں"

ان مشاہدات کا کیا مقصد تھا اور ذرے کو خردبین کے سامنے ساکن رکھنا کیوں ضروری تھا؟ دراصل یہ چھوٹا سا قطرہ جو کئی بار بھاگ نکلنے کی کوشش کر چکا تھا، ایک چھوٹا سا بار دار جسم تھا۔ یہ اتنا چھوٹا تھا کہ ان برقی قوتوں سے متاثر ہو سکتا تھا جو ایک ناقابلِ تقسیم بار پر عمل کرتی ہیں۔ دروٹیج کو تبدیل کر کے اسے ساکن رکھنے کی غرض صرف یہ تھی کہ اس کے برقی بار کی پیمائش کی جا سکے۔



شکل ۱۲۔ ناقابلِ تقسیم برقی بار کی پیمائش کے لئے ملیکان کا سامان

ملیکان کی خردبین کے نیچے جو دھند تھی وہ عام دھند نہ تھی بلکہ یہ خاص معدنی تیل کے قطرات پر مشتمل تھی۔ اس مقصد کیلئے پانی کے قطرات استعمال نہیں کئے جا سکتے تھے۔ کیونکہ تجربات کے دوران تبخیر کی وجہ سے ان کی کمیت

تبدیل ہو جائیں۔ تیل کی دھند حاصل کرنے کے بعد اصل مسئلہ یہ تھا کہ ایک قطرے کو خوردبین کے سامنے لایا جائے اور اسے باردار بنایا جائے۔ لیکن اس قدر چھوٹے اور تقریباً غیر مرئی قطرے کو فلالین سے رگڑی ہوئی آبنوس کی چھڑی سے چھو کر تو برمایا نہیں جاسکتا۔ ڈاکٹر ملیکان نے اس الجھن کو دور کرنے کے لئے "ضیائی برقی اثر" (PHOTO ELECTRIC EFFECT) استعمال کیا۔

ایک عام برقی قوس (الیکٹرک آرک) سے جو روشنی خارج ہوتی ہے۔ اس میں ایک خاص قسم کی شعاعیں کافی مقدار میں شامل ہوتی ہیں۔ انہیں بالابنفشی شعاعیں کہتے ہیں (چونکہ یہ شمسی طیف کے مرئی بنفشی رنگ سے پرے ہوتی ہیں اور نظر نہیں آتیں۔ "م")۔ جن اجسام پر یہ شعاعیں گرتی ہیں وہ اپنی منفی برق کھو دیتے ہیں اور مثبت طور پر برقائے جاتے ہیں۔ تیل کی دھند کو برقی قوس کی روشنی سے منور کرکے ان قطروں میں مثبت برقی بار پیدا کیا جاسکتا تھا جس کی مقدار وقتاً فوقتاً تبدیل ہوتی رہتی۔ اگر اس قسم کی دھند کسی کنڈنسر یا مکثفے کی متوازی پلیٹوں کے درمیان پیدا کی جائے اور نچلی پلیٹ کو مثبت بار اور بالائی پلیٹ کو منفی بار دیا جائے تو برقی قوت ان قطروں پر عمل کرکے انہیں اوپر کی جانب اٹھائے گی۔ اس صورت میں دونوں پلیٹوں کے درمیان برقی قوت منضبط کرکے اوپر کی جانب عمل کرنے والی قوت کو قطرے کے وزن کے ساتھ عین متوازن کیا جاسکتا ہے تاکہ قطرہ ہوا میں معلق رہے۔ بالابنفشی شعاعوں کی روشنی کے باعث جب بھی قطرے کا بار تبدیل ہوتا ہے قطرہ حرکت کرنے لگتا ہے اور اسے ساکن کرنے کے لئے وولٹیج کرنے

سرے سے تبدیل کرنا پڑتا ہے اگر ہمیں دو لیتھ اور قطرے کی کمیت معلوم ہو تو ہم بآسانی قطرے کا برقی بار شمار کر سکتے ہیں۔

اس قسم کے بے شمار تجربات کے بعد ملیکان نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ قطروں کے برقی بار کی قیمت ہر دفعہ ایک مخصوص کم سے کم مقدار کے سالم اضعاف کے برابر ہوتی ہے۔ اس مقدار سے کم مقدار کبھی مشاہدہ میں نہیں آتی۔ علاوہ ازیں، تیل کے قطروں میں برقی بار کی یہ کم سے کم مقدار اس قلیل ترین مقدار کے عین مساوی تھی جسے برق پاشیدگی کے طریقے سے کسی باردار جوہر یا رداں میں معلوم کیا گیا تھا۔ اس سے یقینی طور پر ناقابلِ تقسیم برقی بار کی کلی حیثیت ثابت ہو گئی اور یہ معلوم ہو گیا کہ یہ بڑے مادی اجسام کے لئے اتنا ہی اہم ہے جتنا الگ الگ جوہروں کے لئے۔

الیکٹران بحیثیت ناقابلِ تقسیم برقی ذرّہ

اب تک ہم جوہروں، ملیکان کے تیل کے قطروں یا ان سے بڑے مادی اجسام کے مخصوص برقی بار کے متعلق گفتگو کرتے رہے ہیں۔ لیکن کیا یہ برقی بار ہمیشہ مادی اجسام سے چپکا رہتا ہے اور کیا یہ ممکن ہے کہ اسے مادی اجسام سے علیحدہ کر کے آزاد فضا میں اس کا مطالعہ کیا جا سکے؟

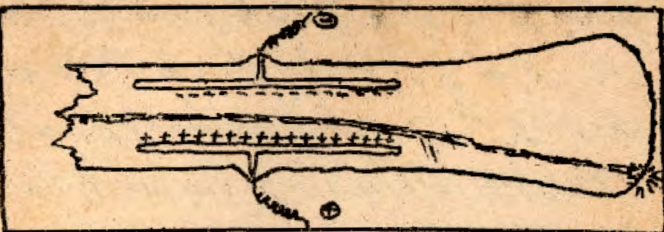
ہمیں معلوم ہے کہ بالا بنفشی روشنی سے منور اجسام مثبت طور پر باردار ہو جاتے ہیں۔ ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ روشنی میں کوئی برقی بار نہیں ہوتا۔ اس لئے یہ کسی جسم پر گر کر اسے مثبت بار نہیں دے سکتی اس سے ہم یہ نتیجہ اخذ کر سکتے

ہیں کہ مندرجہ بالا اثر حقیقتاً مادی اجسام کی منور سطح سے منفی برق ضائع ہونے سے پیدا ہوتا ہے۔ یہ عمل حرارت کے زیر اثر رواں کے اخراج (یعانی اخراج) سے ملتا جلتا عمل ہے۔ اس عمل میں گرم اجسام کی سطح سے منفی بار خارج ہوتے رہتے ہیں۔ چونکہ اجسام الگ الگ جوہروں پر مشتمل ہیں۔ اس لئے یہ بات واضح ہو جاتی ہے کہ انہیں منور کرنے یا گرم کرنے پر جوہروں سے ناقابلِ تقسیم برقی بار خارج ہو جاتے ہیں۔ اس سے یہ بھی ظاہر ہے کہ منفی برق کے یہ ذرات جوہروں کے ترکیبی اجزاء میں نسبتاً کمزور رشتوں سے بندھے ہوئے ہیں۔ یہ آزاد منفی بار عام طور پر الیکٹران یا برقیوں کے نام سے موسوم کئے جاتے ہیں۔ ان کا انکشاف جوہر کی ساخت سمجھنے کے سلسلے میں پہلا قدم ہے۔

الیکٹران کی کمیت

کیا اس آزاد منفی بار کی کچھ کمیت بھی ہوتی ہے؟ اگر ہوتی ہے تو جوہر کی کمیت کے لحاظ سے کس قدر ہے؟ برطانوی ماہر طبیعیات، سر جوزف جوہن تھامسن (SIR J. J. THOMSON) نے پچھلی صدی کے اواخر میں پہلی دفعہ الیکٹران کے برقی بار اور کمیت کا تناسب معلوم کیا۔ اگر روشنی یا حرارت کے اثر سے الیکٹران پیدا کرکے ان کی متوازی شعاع، کسی کنڈنسر کے درمیان گزاری جائے (شکل ۷) تو مثبت برقیرہ انہیں اپنی طرف کھینچے گا اور منفی برقیرہ پرے دھکیلے گا۔ اس لئے شعاع مثبت برقیرے کی طرف جھک جائے گی۔ شعاع کے اس انحراف کو دیکھنے کے لئے اسے کنڈنسر کے پیچھے رکھے ہوئے ایک بلوری

پردے پر گرایا جاتا ہے۔(اس پردے پر ایسے مرکبات کا لیپ کیا جاتا ہے کہ



شکل الیکٹران کے بار اور کمیت میں تناسب معلوم کرنے کے لئے جے۔جے تھامسن کا سامان

الیکٹران کی شعاع سے چمک اٹھتا ہے) کسی الیکٹران پر جو برقی قوت عمل کرتی ہے، وہ اس کے بار کے متناسب ہوتی ہے۔لیکن اس قوّت کے اثر سے الیکٹران کا اپنے سابقہ راستے سے انحراف اس کی کمیت کی معکوس نسبت میں ہوتا ہے (یعنی بھاری ذرّات میں کم انحراف پیدا ہوگا اور ہلکے ذرّات میں زیادہ) پس اس قسم کے تجربے سے $\frac{\text{بار}}{\text{کمیت}}$ کی قیمت یا الیکٹران کا مخصوص بار معلوم کیا جا سکتا ہے۔

لیکن اس کے علاوہ انحراف کا انحصار حرکت کی رفتار پر بھی ہے۔ہر شخص اس ابتدائی اصول سے واقف ہے کہ دو نامعلوم مقداروں کے ہوتے ہوئے ایک مساوات حل نہیں کی جا سکتی۔لیکن اس مسئلے کے حل کیلئے ایک اور مساوات ڈھونڈنی مشکل نہیں اگر ہم برقی قوت کی بجائے مقناطیسی قوّت استعمال کریں۔ اور الیکٹرانوں کے راستے کے قریب مقناطیس رکھیں تو بھی شعاع منحرف ہو جائے گی، اگرچہ مختلف انداز میں ہوگی۔ان دونوں تجربات کے نتائج اکٹھا کرنے سے الیکٹران کے مخصوص بار اور رفتار کی قیمتیں الگ

الگ شمار کی جا سکتی ہیں۔ اگر ہمیں الیکٹران کا مخصوص بار اور مطلق بار معلوم ہو تو ہم الیکٹران کی کمیت شمار کر سکتے ہیں۔ اسے شمار کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ نہایت ہی قلیل ہوتی ہے۔ ایک الیکٹران کی کمیت ہائیڈروجن کے جوہر کی کمیت کا $\frac{1}{1840}$ واں حصہ ہوتی ہے۔ مگر اس کا یہ مطلب نہیں کہ ہائیڈروجن کے جوہر میں ۱۸۴۰ الیکٹران ہوتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ان منفی باردار ذرات کے علاوہ جوہر میں مثبت باردار ذرات بھی ہوتے ہیں اور جوہر کی کمیت کا بیشتر حصہ انہیں پر مشتمل ہوتا ہے۔

جوہر کا نمونہ

جوہر کے اندر مثبت اور منفی بار کی تقسیم کے مسئلے پر سب سے پہلے ۱۹۱۱ء میں سرارنسٹ ردرفورڈ (SIR EARNEST RUTHERFORD) نے غور و خوض کیا۔ اس برطانوی ماہر طبیعیات کو، جو اس دور کا عظیم ترین سائنس دان ہے، "جدید نواتی طبیعیات کا باپ" کہتے ہیں۔ جوہر کا اندرونی حال جاننے کے لئے یہ ضروری تھا کہ کوئی ایسی شئے تلاش کی جائے۔ جو جوہر ایسی چھوٹی چیز میں داخل ہو سکے۔

ردرفورڈ کے طریقے کو سمجھنے کے لئے کسٹم کے ایک افسر کا تصوّر کریں جو یہ دیکھنا چاہتا ہے کہ روئی کے گٹھوں میں کہیں ناجائز اسلحہ تو نہیں چھپا ہوا۔ اس مقصد کے لئے وہ گٹھوں پر ریوالور سے گولیاں برسانا شروع کر دیتا ہے۔ تماشائی حیران ہو جاتے ہیں۔ ان کی حیرانگی کو وہ یہ کہہ کر دور کرتا

ہے کہ اگر ان گٹھوں میں صرف روئی ہے تو گولیاں روئی کے پار گزر جائیں گی یا کہیں بیچ میں پھنس جائیں گی۔ لیکن اگر ان میں کہیں اسلحہ پوشیدہ ہے تو کچھ گولیاں ضرور اس سے اچھلتی ہوئی غیر متوقع زاویوں پر باہر نکل آئیں گی۔

یہی طریقہ ردرفورڈ نے استعمال کیا۔ فرق صرف یہ تھا کہ جوہر چونکہ نہایت چھوٹی چیز ہے، اس لئے ان پر نہایت چھوٹی گولیاں برسائی جاسکتی تھیں۔ ردرفورڈ نے مادے کے ٹکڑے یا دوسرے الفاظ میں جوہروں کے ڈھیر پر الفا ذرات[1] کی بوچھاڑ کی۔ یہ ذرات، بعض تابکار اشیاء سے خارج ہوتے ہیں۔ اور ان میں مثبت بار ہوتا ہے۔ جب یہ جوہر کے اندرونی حصے سے گزرتے ہیں تو ان کے اپنے بار اور جوہر کے باردار حصوں کے درمیان جو برقی قوتیں رونما ہوتی ہیں، وہ انہیں متاثر کرتی ہیں۔ یہ قوتیں ان ذرات کو اپنے سابقہ راستوں سے موڑ دیں گی۔ اس سے ظاہر ہے کہ اگر ہم کسی شے کے پتلے سے ورق پر الفا ذرات کی بوچھاڑ کریں تو ان کے منتشر ہونے کے انداز سے ہم جان سکتے ہیں کہ اس شے کے جوہر میں برقی بار کس طرح تقسیم ہوا ہے۔ اگر جوہر کے اندر مثبت اور منفی بار کم و بیش مساوی طور پر تقسیم ہوں تو حملہ آور گولیاں زیادہ حد تک نہیں بکھریں گی۔ اس کے برعکس اگر جوہر کے کسی حصے میں، مثلاً مرکزی حصے میں، بار،

---

[1] جوہر کے اندرونی حصے میں جو عمل واقع ہوتے ہیں۔ ان کے دوران میں کچھ شعاعوں سے سابقہ پیش آتا ہے۔ انہیں یونانی حرف الفا (α)، بیٹا (β) اور اور گاما (γ) سے موسوم کیا جاتا ہے۔ ان کا ذکر آگے چل کر آئے گا۔

زیادہ جمع ہوگا تو مرکز کے قریب سے الفا ذرّات بہت زیادہ منحرف ہوں گے بالکل اسی طرح جیسے کسٹم کے افسر کی گولیاں روئی کے گٹھوں میں چھپے ہوئے اسلحہ سے ٹکرا کر پلٹ آئیں گی۔

ان تجربات کے دوران میں ردر فورڈ نے دیکھا کہ حملہ آور گولیاں بہت بڑے زاویے بناتی ہوئی بکھرتی ہیں۔ جس سے یہ معلوم ہوگیا کہ جوہر کے مرکزی حصہ میں بہت زیادہ باریا چارج جمع ہے۔ الفا ذرّات کے منتشر ہونے کے انداز سے یہ بھی پتہ چل گیا کہ مرکز میں ثبت بار جمع ہے۔ یہ مرکزی حصّہ جس میں جوہر کا ثبت بار

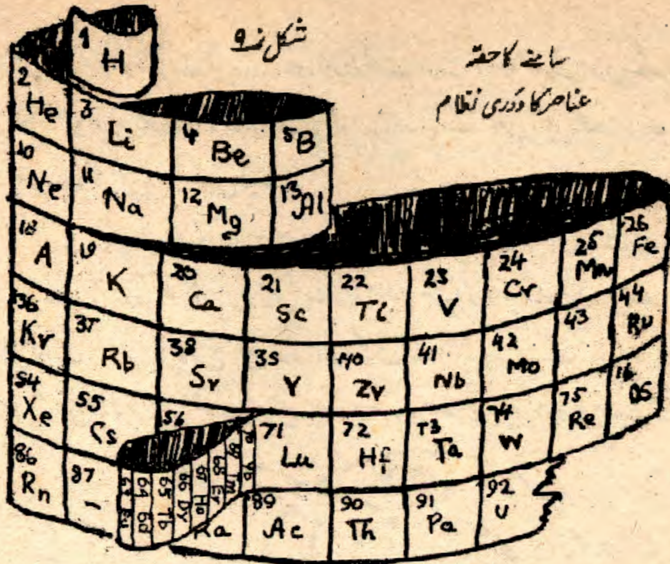


شکل ۳ ردر فورڈ کا جوہری نمونہ

اور اس کی کمیت کا بیشتر حصہ مرتکز ہے۔ طول کے اعتبار سے سارے جوہر سے دس ہزار حصّے چھوٹا ہے۔ اسے جوہری نوات (NUCLEUS) کہتے ہیں۔ گویا نوات ہر جوہر کا نقطہ نما ڈھانچہ ہے اور الیکٹران اس کا گوشت پوست ہیں۔ یہ الیکٹران باہمی برقی کشش کی قوتوں کے اثر سے مرکزی نوات کے گرد گردش کر رہے ہیں (شکل ۳)۔ چونکہ الیکٹران کی کمیت نسبتاً کم ہے، اس لیے جب بھاری الفا

شکل نمبر ۹

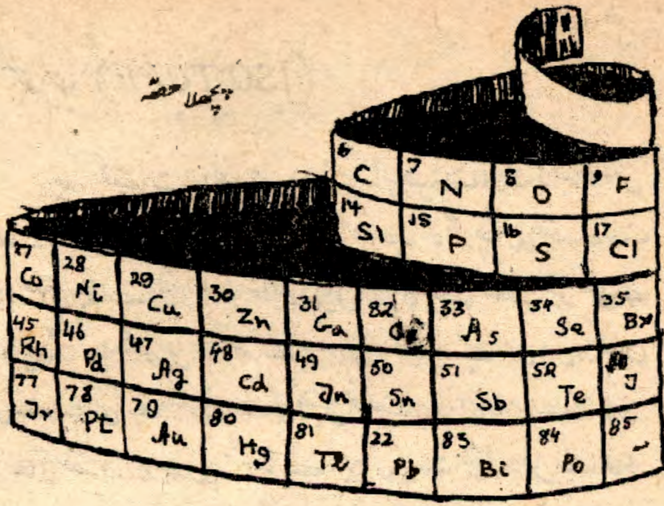
سامنے کا حصہ
عناصر کا دوری نظام



ذرات اس منفی برق کے ماحول سے گزرتے ہیں تو یہ ماحول انہیں متاثر نہیں کر سکتا جیسے مچھروں کا ایک غول جنگل میں بھاگتے ہوئے خوفزدہ ہاتھی کا کچھ نہیں بگاڑ سکتا۔ صرف وہ الفا ذرات جو براہِ راست نوات پر یا اس کے قریبی حصے پر حملہ آور ہوں گے وہ اپنے سابقہ راستے سے ایکدم منحرف ہو جائیں گے اور بعض دفعہ بڑی طاقت کے ساتھ لوٹ آئیں گے۔

جوہری نمبر اور عناصر کی ترتیب

چونکہ جوہر بحیثیت مجموعی تعدیلی (یعنی بے بار) ہوتا ہے اس لئے اس کے نوات کے گرد گھومنے والے منفی الیکٹران کی تعداد کا انحصار اس مثبت بار کی مقدار پر ہے جو نوات کے اندر موجود ہے۔ چونکہ نوات کا برقی بار الفا ذرات کے زاویہ



شکل نمبر ۹ — عناصر کا دوری نظام

ہائے انتشار سے براہِ راست شمار کیا جا سکتا ہے پس یہ معلوم ہوا کہ مختلف عناصر کے جوہروں میں نوات کے گرد گھومنے والے الیکٹرانوں کی تعداد مختلف ہوتی ہے۔ ہائیڈروجن کے جوہر میں ایک الیکٹران، ہیلیم میں دو، حتّٰی کہ سب سے بھاری عنصر یورینیم کے جوہر میں ۹۲ الیکٹران ہوتے ہیں۔

اس مخصوص عدد کو اس عنصر کا جوہری نمبر کہتے ہیں۔ عناصر کو ان کے کیمیائی خواص کے لحاظ سے ترتیب دیا گیا ہے اور یہ نمبر اس ترتیب میں عنصر کا مقام ظاہر کرتا ہے۔ اس سے یہ واضح ہو گیا کہ کسی عنصر کی طبیعی یا کیمیائی خاصیتیں محض ایک عدد کے ذریعے بیان کی جا سکتی ہیں اور یہ عدد اس عنصر کے مثبت بار یا اس کے گرد عام حالت میں الیکٹرانوں کی تعداد ظاہر کرتا ہے۔

"ہم جا" (ISO TOPE)

جدید تحقیقات، بالخصوص برطانوی ماہرِ طبیعیات ایف ڈبلیو آسٹن (F.W. ASTON) کے تجربات سے معلوم ہوا ہے کہ اگرچہ کسی عنصر کے نوات کا بار معین ہوتا ہے، لیکن بعض حالتوں میں اس کی کمیت مختلف ہو سکتی ہے یہ دیکھا گیا کہ عام کلورین دو قسم کے جوہروں کا آمیزہ ہے جن میں الیکٹران کی تعداد مساوی ہے لیکن نوات کی کمیتیں مختلف ہیں۔ اس آمیزے کا تین چوتھائی حصہ ان جوہروں پر مشتمل ہے۔ جن کی کمیت ہائیڈروجن کے لحاظ سے ۳۵ ہے۔ اور ایک چوتھائی کی ۳۷۔ اس آمیزے کا اوسط جوہری وزن $(۳۵\times\frac{۳}{۴})+(۳۷\times\frac{۱}{۴}) =$ ۳۵٫۵ ہوتا ہے جو کافی حد تک کلورین کے جوہری وزن کے سابقہ اندازوں کے مطابق ہے۔

اس قسم کے جوہر جو الیکٹرانوں کی تعداد اور طبیعی اور کیمیائی خواص کے اعتبار سے مشابہ ہوتے ہیں لیکن جن کی کمیت مختلف ہوتی ہے، "ہم جا" کہلاتے ہیں۔ یعنی عناصر کی قدرتی ترتیب میں ان کے لئے ایک ہی جگہ مقرر ہوتی ہے۔ اب ہمیں "ہم جا" علیحدہ کرنے کے کئی اچھے طریقے معلوم ہیں۔ مثلاً ہم کلورین کی یہ دونوں قسمیں علیحدہ کر سکتے ہیں۔ جن کے کیمیائی خواص ایک جیسے ہیں لیکن جوہری وزن مختلف ہیں۔

آسٹن اور دوسرے سائنس دانوں کی تحقیقات سے یہ ثابت ہو گیا ہے کہ بیشتر عناصر دو یا زیادہ "ہم جاؤں" کے آمیزے ہیں۔ عام ہوا کا بیشتر حصہ ایسی

نائٹروجن اور آکسیجن پر مشتمل ہے۔ جن کی کمیت بالترتیب ۱۴ اور ۱۶ ہے لیکن اس میں دو بھاری "ہم جاؤں" کی قلیل مقدار بھی موجود ہے۔ نائٹروجن ۱۵ کی ۰.۳۶ مقدار اور آکسیجن ۱۸ کی ۰.۲ % ۔

دورِ حاضر کا سب سے دلچسپ انکشاف ہائیڈروجن کا بھاری "ہم جا" یا "ڈیوٹیریم" (DEUTERIUM) ہے۔ اسے امریکا کے ماہر کیمیا۔ ایچ۔ سی۔ یورے (H-C-UREY) نے معلوم کرکے علیحدہ کیا۔ ایسے پانی کو جس میں عام ہائیڈروجن کے جوہروں کی جگہ بھاری "ہم جا" لے لے۔ وزنی پانی کہتے (HEAVY WATER) کہتے ہیں۔ یہ پانی عام پانی سے ۵ فیصد بھاری ہوتا ہے اور نو آموز نیراکوں کے لئے بہت فائدہ مند ثابت ہوتا ہے۔ لیکن وزنی ہائیڈروجن اس سے زیادہ مفید خصوصیات کی حامل ہے۔ ہم آگے چل کر دیکھیں گے کہ اس کے استعمال سے جوہر کے نوات اور عناصر کی مصنوعی قلب ماہیئت کے طریقوں کے بارے میں معلومات حاصل کی گئیں۔

جوہر کی خول دار ساخت

مشہور روسی سائنسدان دمتری منڈلیف (DIMITRI MENDELYEEV) نے یہ معلوم کیا کہ اگر عناصر کو بڑھتے ہوئے جوہری اوزان کے مطابق ترتیب دی جائے تو ایک خاص وقفے کے بعد آنے والے تمام عناصر کے طبعی اور کیمیائی خواص میں مشابہت پائی جاتی ہے۔ شکل ۹/۲ میں یہ بات صاف صاف دیکھی جاسکتی ہے کہ عناصر کی اس سلنڈر نما ترتیب

میں وہ عناصر جن کے خواص مشابہ ہیں ایک دوسرے کے اوپر واقع ہیں۔
پہلے دور میں صرف دو عناصر ہیں یعنی ہائیڈروجن اور ہیلیم۔ اس کے بعد آٹھ آٹھ عناصر کے دو دور ہیں۔ پھر ہر اٹھارہ عناصر کے بعد وہی خواص ظاہر ہوتے ہیں۔ ہمیں معلوم ہے کہ افقی ترتیب میں ہر عنصر میں سابقہ عنصر سے ایک الیکٹران زیادہ ہوتا ہے۔ اس سے یہ بات عیاں ہوتی ہے کہ عناصر کے خواص میں ایک خاص وقفے کے بعد جو مشابہت ظاہر ہوتی ہے وہ لازمی طور پر الیکٹران کی کسی پائدار ہیئت کے باعث ہے جو بار بار ظاہر ہوتی ہے۔ جوہر کے پہلے پائدار خول میں صرف دو الیکٹران ہوتے ہیں۔ پھر اگلے دو خول آٹھ آٹھ الیکٹرانوں کے اور اس کے بعد تمام خول اٹھارہ اٹھارہ کے۔
شکل ۱۳ میں تین مختلف جوہروں کی ترکیب خاکوں سے ظاہر کی



شکل ۱۳ — مختلف جوہروں کے خول

گئی ہے۔ ان میں ایک کا خول مکمل اور باقی دو کے خول نامکمل ہیں۔

کیمیائی بند

اب ہم اس سوال کا جواب دینے کے قابل ہیں کہ کونسی قوتیں مختلف

عناصر کے الگ الگ جوہروں سے پیچیدہ سالمات بننے میں مدد دیتی ہیں شکل
مثلاً سے ظاہر ہے کہ کلورین کے جوہر کے بیرونی خول کی تکمیل کے لئے اُسے
ایک الیکٹران کی ضرورت ہے۔اس کے برعکس سوڈیم کے جوہر میں مکمل
خول بننے کے بعد ایک الیکٹران بچ رہتا ہے۔ان جوہروں کی ساخت سے
یہ ظاہر ہوتا ہے کہ جب یہ جوہر ایک دوسرے کے قریب آئیں گے تو اس بات
کا قوی امکان ہے کہ سوڈیم کے جوہر کا زائد الیکٹران کلورین میں منتقل ہوکر اس
کا خول مکمل کردے۔اس تبادلے کا نتیجہ یہ ہوگا کہ سوڈیم کے جوہر کا ایک
الیکٹران یعنی منفی بار کم ہوجائے گا اور وہ مثبت بار ظاہر کرے گا۔اور کلورین
کا جوہر منفی بار۔اب یہ دونوں جوہر برقی کشش کی قوتوں سے ایک دوسرے
کے ساتھ چمٹے رہیں گے اور سوڈیم کلورائیڈ یا عام خوردنی نمک کا سالمہ بن جائیگا

اسی طرح آکسیجن کے جوہر میں دو الیکٹران کم ہیں اور ہائیڈروجن کے
جوہر میں صرف ایک ہی الیکٹران ہوتا ہے۔اس لئے خول مکمل کرنے کے لئے
آکسیجن کا جوہر ہائیڈروجن کے دو جوہروں سے ان کا ایک ایک الیکٹران
چرالے گا اور پانی کا ایک سالمہ (H_2O) بنائے گا۔آکسیجن اور کلورین دونوں
جوہروں میں الیکٹران کم ہیں۔اس لئے ان میں تعامل کا رجحان نہیں ہوگا۔اسی
طرح ہائیڈروجن اور سوڈیم کے جوہروں میں زائد الیکٹران ہوتے ہیں اور وہ
ہر گھڑی ان سے نجات پانے کے لئے تیار رہتے ہیں۔اسلئے ان کے درمیان
باہمی ملاپ کا عمل نہیں ہوسکتا۔بعض جوہروں کے بیرونی خول بالکل مکمل
ہوتے ہیں مثلاً ہیلیئم، نی اون ،ایسے جواہر الیکٹران دے سکتے ہیں اور نہ لے

سکتے ہیں۔ اس لئے کیمیائی طور پر یہ عناصر جامد ہوتے ہیں۔

کیمیائی عمل کی اس توضیح سے یہ نتیجہ بھی نکالا جا سکتا ہے کہ سالمے کے بننے میں توانائی کے اخراج کا انحصار ان دو یا تین جوہروں کے بند معنوں کے اختلاف پر ہے جو اس عمل میں حصّہ لیتے ہیں۔ چونکہ الیکٹران اور جوہر کے نوات کے درمیان جو قوّہ توانائی ہوتی ہے، وہ تقریباً 10^{-12} ارگ ہوتی ہے لہٰذا مختلف کیمیائی عملوں میں خارج ہونے والی توانائی کی مقدار بھی اسی کے لگ بھگ ہوگی۔

کلاسیکی نظریہ کی ناکامی

اب ہم جوہری نظریہ کے ارتقاء کے ایک نازک مقام پر پہنچتے ہیں۔ ردر فورڈ کا جوہری ماڈل ہمارے مشاہدے میں آچکا ہے۔ اس میں ایک چھوٹا اور وزنی نوات ہے۔ جس کے گرد کچھ الیکٹران باہمی کشش کے باعث گھومتے رہتے ہیں۔ جوہر کی یہ تصویر نظامِ شمسی سے مشابہ ہے جس میں تجاذبی قوتوں کیوجہ سے سیارے سورج کے گرد گھومتے رہتے ہیں۔ یہ مماثلت اور بھی گہری ہو جاتی ہے۔ جب ہم یہ دیکھتے ہیں کہ برقی اور تجاذبی، دونوں اقسام کی قوتیں فاصلے کے مربع کی معکوس نسبت میں ہوتی ہیں۔ اس لئے یہ دونوں قسم کی قوتیں ایک ہی طرز کا بیضوی مدار پیدا کریں گی۔

لیکن اس مشابہت میں ایک فرق کو نہیں بھولنا چاہیئے۔ جوہر کے نوات کے گرد جو الیکٹران گردش کرتے ہیں۔ ان میں برقی بار کی کافی مقدار ہوتی ہے

اس لئے ان سے اسی طرح برقی مقناطیسی موجیں (ELECTROMAGNETIC WAVES) خارج ہوں گی جس طرح ریڈیو کی نشرگاہ کے "ہوائیے" سے ہوتی ہیں چونکہ "جوہری ہوائیے" چھوٹے ہوتے ہیں اس لئے جو برقی مقناطیسی موجیں جوہر سے خارج ہوتی ہیں وہ ایک اوسط درجے کی براڈ کاسٹ سے کئی ارب حصہ چھوٹی ہوتی ہیں۔ ان چھوٹی موجوں کو ہماری آنکھ کا پردہ روشنی کی صورت میں محسوس کرتا ہے۔ جب یہ موجیں کسی جسم سے خارج ہوتی ہیں تو وہ روشن ہو جاتا ہے۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ ردر فورڈ کے نمونے میں جو الیکٹران نوات کے گرد گھومتے ہیں وہ روشنی کی موجیں خارج کرتے ہونگے اور نتیجۃً اپنی حرکی توانائی آہستہ آہستہ کھو رہے ہوں گے اگر یہ درست ہے تو جوہر کے تمام الیکٹران سیکنڈ کے نہایت قلیل حصے میں اپنی حرکی توانائی کلیتہً کھو دیں گے اور نوات کی سطح پر گر جائیں گے۔

لیکن تجربات سے یہ واضح طور پر ثابت ہوتا ہے کہ الیکٹران اس طرح دھڑام سے نوات پر نہیں گرتے اور کافی فاصلے پر اس کے گرد مسلسل گردش میں مصروف رہتے ہیں۔ جوہر کی بنیادی ساخت میں اس تناقض کے علاوہ نظری پیشین گوئی اور تجرباتی ثبوت میں اور کئی اختلافات موجود ہیں۔ مثلاً تجربات سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ جوہروں سے جو روشنی خارج ہوتی ہے۔ وہ مخصوص طول کی متعدد امواج پر مشتمل ہوتی ہے۔ یعنی ان کے طیف خطی (LINE SPECTRA) قسم کے ہوتے ہیں۔ اس کے برعکس ردر فورڈ کے نمونے کے مطابق ان جوہروں سے مسلسل طیف بننے چاہئیں جن میں ہر ممکن طول

کی امواج موجود ہوں۔

جوہر کے اندرونی حصے کے مطالعے سے کلاسیکی نظریہ کی قریب قریب کسی بھی پیشین گوئی کی تصدیق نہیں ہو سکی۔

کوانٹم کلیات

کوپن ہیگن کا نوجوان ماہر طبیعات، نیلز بوہر (NEILS BOHR) ردرفورڈ کے پاس آیا تاکہ اس کے اشتراک سے جوہر کی ساخت کے بارے میں تحقیق کر سکے اس پر واضح تھا کہ یہ مسئلہ اس قدر آسان نہیں ہے کہ نظریے میں معمولی سی تبدیلی کرنے سے حل ہو سکے صاف نظر آرہا تھا کہ جوہر کی اندرونی ساخت ایک چٹان ہے جس سے کلاسیکی نظریے کا شاندار جہاز ٹکرا کر پاش پاش ہو جائیگا۔

اگر کلاسیکی میکانیات جوہر کے اندرونی حصے کی حرکات کی وضاحت نہیں کر سکتی تو قصور اس میکانیات کا ہے نہ کہ جوہر کا۔ گیلیلیو اور نیوٹن نے کلاسیکی میکانیات کے جو کلیات وضع کئے تھے وہ ستاروں اور ان جیسے بڑے بڑے اجسام سے متعلق تھے۔ ان کلیات کا اطلاق چھوٹی سی "جوہری مشین" کے متحرک حصوں پر کرنے کے لئے ہمارے پاس بر بنائے علت و معلول کوئی دلیل نہ تھی۔ کلاسیکی میکانیات کو صدیوں سے جو مطلق اور عالم گیر حیثیت حاصل تھی بوہر کے تجربات سے وہ خطرے میں پڑ گئی۔ اب سائنس دانوں کی نگاہیں حرکت کے بارے میں کسی ایسے عمومی نظریے کی تلاش میں تھیں جس میں کلاسیکی میکانیات کے کلیات صرف ایک خصوصی حالت کے طور پر شامل ہوں۔

۱۹۰۰ء میں جرمن ماہرِ طبیعیات میکس پلانک (MAX PLANCK) نے یہ انقلابی نظریہ پیش کیا کہ روشنی ہمیشہ توانائی کی مخصوص مقدار کی صورت میں خارج یا جذب ہوتی ہے۔ اس مقدار کو کوانٹم (QUANTUM) کہتے ہیں۔ بوہر نے یہ اصول بھی مان لیا کہ متحرک ذرات کے کسی نظام سے جو توانائی خارج ہوگی۔ وہ بھی صرف ایک خاص مقدار کی صورت میں ہوگی۔ ایک لحاظ سے یہ نظریہ توانائی کو بھی مادے کے ناقابلِ تقسیم اجزا یعنی جوہروں کے مشابہ قرار دیتا ہے۔ اگرچہ اس میں کسی بنیادی مقدار کا تصور اس طرح موجود نہیں جس طرح برق میں الیکٹران کا ہے۔ توانائی کے کوانٹم کی مقدار کئی حالات پر منحصر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر اشعاع کے سلسلے میں روشنی کے ہر کوانٹم کی توانائی روشنی کی امواج کے طول کی معکوس نسبت میں ہوتی ہے۔ یعنی جوں جوں موجوں کا طول کم ہوتا جاتا ہے کوانٹم کی مقدار بڑھتی جاتی ہے متحرک ذرات کے کسی نظام میں میکانی توانائی کا کوانٹم اس نظام کی جسامت اور ذرات کی کمیت کم ہونے کے ساتھ ساتھ بڑھتا ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ لمبے طول کی ریڈیائی موجوں کے لئے توانائی کے اجزا یا کوانٹا[1] کی مقدار بہت کم اور غیر اہم ہوتی ہے۔ لیکن چونکہ جوہر سے جو روشنی کی موجیں خارج ہوتی ہیں۔ ان کا طول بہت کم ہوتا ہے۔ اس لئے ان کے معاملے میں توانائی کے اجزا یا کوانٹا کی مقدار بہت اہمیت رکھتی ہے ۔ جوہری نوات کے گرد نہایت چھوٹے ذرات یعنی الیکٹران گردش کرتے ہیں۔ اس

---

[1] کوانٹم کی جمع

یئے اس قسم کے نظام کے لئے میکانی توانائی کے کوانٹم کی وقعت بڑھ جاتی ہے جس طرح روزمرہ زندگی میں ہم مادے کے جوہروں کو نظرانداز کردیتے ہیں۔ اسی طرح اگر توانائی کے "جوہروں" کو بھی بھول جائیں تو کوئی حرج نہیں۔ لیکن جوہر کی چھوٹی سی کائنات میں حالات بالکل مختلف صورت اختیار کرلیتے ہیں۔ ردرفورڈ کے جوہری نمونے میں الیکٹران نوات پر اس لئے ایک دم نہیں گرتے کیونکہ ان میں توانائی کی وہ کم سے کم مقدار موجود ہوتی ہے۔ جو اس قسم کے ذرّات میں ان حالات میں موجود ہو سکتی ہے۔ چونکہ توانائی کی یہ کم سے کم مقدار ان میں موجود ہے۔ اور ان کی توانائی کو اصولاً اس سے گھٹایا نہیں جا سکتا۔ اس لئے ان کی حرکت کو صفر قرار دیا جا سکتا ہے۔ کلاسیکی طبیعیات میں اسے کامل سکوت کی حالت کہا جائے گا۔

اگر ہم جوہر کو کچھ زائد توانائی مہیا کرنے کی کوشش کریں۔ تو توانائی کا پہلا کوانٹم ہی جوہر کی حرکت کی حالت کو بالکل بدل کے رکھ دیتا ہے۔ اور اس کے الیکٹران ایک مشتعل حالت اختیار کرلیتے ہیں۔ اگر جوہر کو اپنی طبعی حالت میں لوٹنا ہو تو اسے وہ توانائی روشنی کے کوانٹا کی صورت میں خارج کرنا ہوگی جو اس نے مشتعل حالت میں آنے کے لئے جذب کی تھی۔ یہی وجہ ہے کہ جو روشنی خارج ہوتی ہے اس کی موجوں کا طول ہمیشہ متعین ہوتا ہے۔

جوہری نوات کا مسئلہ

اس بارے میں ہم نے دیکھا ہے کہ جس جوہر کا تعارف دو ہزار سال

پہلے مادے کے چھوٹے سے چھوٹے اور منطقی طور پر ناقابلِ تقسیم ذرے کی صورت میں کرایا گیا تھا۔ جدید طبیعیات کی روشنی میں وہی ذرّہ ایک پیچیدہ میکانی نظام ثابت ہوا۔ دیمو قریطس نے اسے جو ناقابلِ تقسیم اور مستقل حیثیت دی تھی وہ تقریباً ختم ہوگئی اور اب اس کے خواص جوہر کے اندرونی حصّے اور نوات کے خواص قرار پائے۔ ردر فورڈ کے جوہری نمونے کے مطابق نوات ایک مردہ اور بے حس و حرکت مرکز کی حیثیت رکھتا ہے جس کے گرد الیکٹران گردش کرتے رہتے ہیں۔

جوہر کا یہ ڈھانچہ جسے ہم نوات کہتے ہیں، اگرچہ بظاہر جامد اور مردہ نظر آتا ہے لیکن تابکاری کے مظہر سے یہ صاف معلوم ہوتا ہے کہ اس ڈھانچے کا بھی ایک مخصوص اندرونی نظام ہے، جس کی ساخت غالباً جوہر کی اپنی ساخت سے بھی کہیں زیادہ پیچیدہ ہے۔ اور اس کی تفصیل اگلے باب میں بیان کی جائے گی۔

تیسرا باب

عناصر کی قلب ماہیّت

تاب کاری کی دریافت

تاب کاری کی دریافت محض ایک حادثے پر مبنی تھی۔ لیکن اگر ہنری بیکرل (HENRY BACQUEREL) کو یہ حادثہ پیش نہ آتا تو بھی توانائی کا یہ اخراج، جو جوہری نواتوں کی شکست وریخت سے واقع ہوتا ہے، کسی اور سلسلے میں دریافت ہو جاتا۔ ہنری بیکرل سار بون میں طبیعیات کا پروفیسر تھا اسے فلوریت (FLUORESCENCE) کی خاصیت سے گہری دلچسپی تھی۔ بعض اجسام میں یہ خاصیت ہوتی ہے کہ جب ان پر روشنی پڑتی ہے تو وہ اسے جذب کر کے جمع کر لیتے ہیں اور ذریعۂ روشنی ہٹا دینے کے بعد بھی ایک خاص وقت سے روشن رہتے ہیں۔ اس خاصیت کو فلوریت کہتے ہیں۔ ۱۸۹۶ء میں بیکرل یورینیم بائی سلفیٹ کی فلوریت کا مطالعہ کر رہا تھا۔ لیکن اس دوران میں اس کی توجہ کسی اور مسئلے کی جانب مبذول ہو گئی اور اس نے اس مادے کو اپنی میز کی دراز میں پھینک دیا۔

میز کی اس دراز میں ایک ڈبہ تھا جس میں فوٹو گرافی کی کچھ حساس پلیٹیں پڑی تھیں۔ جنہیں ابھی استعمال نہیں کیا گیا تھا۔ یورینیم بائی سلفیٹ کی شیشی

اس ڈبے پر ہفتوں پڑی رہی - کچھ عرصہ بعد بیکرل کو کچھ تصاویر اتارنے کی ضرورت پیش آئی تو اس نے دراز کھولی - اس شیشی کو جسے وہ بالکل بھول چکا تھا، ایک طرف رکھ دیا - اور پلیٹوں کے ڈبے کو باہر نکال لیا - تصویریں اتارنے کے بعد جب اس نے ان پلیٹوں سے تصاویر بنانی چاہیں تو معلوم ہوا کہ وہ بری طرح خراب ہو چکی ہیں - ایسا معلوم ہوتا تھا کہ روشنی پہلے ہی سے ان پر اثر کر چکی ہے - بیکرل کے لئے یہ بات بڑی عجیب تھی کیونکہ پلیٹیں دبیز سیاہ کاغذ میں لپٹی ہوئی تھیں اور انہیں اس سے پہلے کبھی کھولا نہ گیا تھا - دراز کے اندر صرف ایک چیز ہی ایسی تھی جس سے یہ نقص پیدا ہو سکتا تھا اور وہ یورینئم بائی سلفیٹ تھا جو کافی عرصے سے ان پلیٹوں کے قریب پڑا تھا -

بیکرل کے ذہن میں کئی سوال ابھرے - وہ اس مرکب کی شیشی کو الٹ پلٹ کر دیکھتا رہا - کہیں یہ تو نہیں ہوا کہ یہ مادہ بغیر کسی تحریک کے غیر مرئی اور نفوذ پذیر شعاعیں خارج کر رہا ہے ؟ کیا یہ شعاعیں بغیر کسی دقّت کے ڈبے کے خول سے گزر کر فوٹوگرافی کے مادے کو متاثر کر سکتی ہیں ؟ اس سوال کا جواب تلاش کرنے کے لئے اس نے نئی پلیٹوں کے ساتھ تجربہ کیا - اب کے اس نے فوٹوگرافی کی پلیٹ اور ان پراسرار شعاعوں کے ماخذ کے درمیان خود ہی ایک چابی رکھ دی -

اس کے چند روز بعد جب بیکرل ان پلیٹوں کو تاریک کمرے کی سرخ روشنی میں کیمیائی مرکبات سے دھو رہا تھا - تو مارے جوش کے اس کے ہاتھ کانپنے لگے - کیونکہ اس کی نظروں کے سامنے منفیے (NEGATIVE) کے سیاہ

پسِ منظر میں چابی کا ایک دھندلا سا خاکہ آہستہ آہستہ ابھرنے لگا۔ یقیناً یہ کوئی نئی قسم کی شعاعیں تھیں جو یورینئم کے جوہروں سے نکل رہی تھیں یہ کیفیت دیکھ کر اس کی حیرت کی کوئی انتہا نہ رہی۔ اور اس پر یہ راز منکشف ہوگیا کہ یہ شعاعیں ان اشیا سے گزر جاتی ہیں۔ جن سے عام روشنی نہیں گزر سکتی۔ لیکن لوہے کی چابی کے پار نہیں جا سکتیں۔

بعد کی تحقیقات سے یہ واضح ہوگیا کہ اسوقت یورینئم کے علاوہ صرف ایک اور ایسا عنصر تھا جو خود بخود اس قسم کا اشعاع کر سکتا تھا۔ یہ عنصر تھوریم تھا۔ جو یورینئم کے بعد سب سے بھاری عنصر ہے۔ لیکن اس کے جلد ہی بعد فرانس کے دو سائنس دانوں۔ کیوری اور میڈم کیوری کی محنت طلب تحقیق کے باعث نئے تاب کار عناصر معلوم ہو گئے۔

دو سال کی عرق ریزی کے بعد میڈم کیوری یورینئم کی کچھ دھات ، پچ بلینڈ سے دو نئے عناصر حاصل کرنے میں کامیاب ہو گئی۔ یہ عناصر یورینئم اور تھوریم سے کافی زیادہ تاب کار تھے ان میں سے ایک کا نام ریڈیم رکھا گیا اور دوسرے کا میڈم کیوری کے آبائی وطن پولینڈ کی نسبت سے پولونیم۔ اس کے بعد کیوری کے ایک ساتھی نے ایک اور تاب کار عنصر ایکٹینئم (ACTANIUM) دریافت کیا اور یہ بھی ثابت ہو گیا کہ ریڈیم کے مرکبات سے ایک بے حد عامل گیس خارج ہوتی ہے اسے ریڈون (RADON) کا نام دیا گیا (یہ ایک تاب کار گیس ہے۔ اور عناصر کے جدول میں اس کا نمبر ۸۶ اور جوہری وزن ۲۲۲ ہے)

دوری نظام کی آخری کڑی میں جو خلاء رہ گئے تھے انہیں نئے تاب کار عناصر نے بہت جلد پُر کر دیا اور اس حقیقت کے پیش نظر کہ یہ تمام تاب کار عناصر قدرتی ترتیب کی آخری لڑی تھے اس بات کا قوی امکان نظر آتا تھا کہ عناصر کی تابکاری کی خاصیت کسی نہ کسی طرح ان کے جوہروں کی بڑھتی ہوئی پیچیدگی سے وابستہ ہے۔

بہت بھاری جوہروں کی شکست و ریخت

۱۹۰۳ء میں برطانوی ماہر طبیعیات، ارنسٹ ردرفورڈ (EARNEST RUTHERFORD) نے یہ مفروضہ پیش کیا کہ بہت بھاری عناصر کے جوہر جبلی طور پر ناپائدار ہوتے ہیں اور آہستہ آہستہ اپنے اجزائے ترکیبی خارج کرکے ٹوٹتے پھوٹتے رہتے ہیں۔ اس نے یہ ثابت کیا کہ تاب کار اشیاء سے جو الفا شعاعیں خارج ہوتی ہیں وہ درحقیقت ہیلئم کے تیز رفتار اور مثبت بار دار نواتوں پر مشتمل ہوتی ہیں۔ یہی وہ الفا ذرات ہیں جنہیں ردرفورڈ نے جوہروں پر بوچھاڑ کے لئے استعمال کیا تھا۔ جب یہ ذرات کسی مادے میں سے گزرتے ہیں تو اس کے جوہروں کے ساتھ ٹکرا کر اپنی کثیر توانائی کھو دیتے ہیں جس سے ان ذرات کی رفتار کم ہو جاتی ہے اور وہ اپنے ماحول میں دو آزاد الیکٹران جذب کرکے ہیلئم کے عام جوہر بن جاتے ہیں۔ ریڈیم کے پرانے نمونے میں ہیلئم کا وجود معلوم کیا جا سکتا ہے۔ چونکہ الفا ذرات تاب کار عناصر کے نواتوں کے اندرونی حصوں سے

خارج ہوتے ہیں اسی لئے ہم ایسے نواتوں کو ناپائدار کہتے ہیں۔ایک الفاذرے میں کمیت کی چار اکائیاں اور دو بار یا چارج ہوتے ہیں۔جب ان ناپائدار عناصر سے ایک یا زیادہ الفاذرات نکل جاتے ہیں تو ان کے نوات نسبتاً ہلکے عنصر کے نوات میں تبدیل ہو جاتے ہیں جس کا مقام دوری نظام میں اس عنصر سے کہیں پہلے ہوتا ہے۔

مثال کے طور پر الفاذرے کے اخراج سے ریڈیم، جس کا عددی مقام یا جوہری نمبر ۸۸ اور ہائیڈروجن کے لحاظ سے جوہری وزن ۲۲۶ ہے، ریڈون میں تبدیل ہو جاتا ہے جس کا نمبر ۸۶ ہے اور جوہری وزن ۲۲۲۔جب پولونیم (جوہری نمبر ۸۴، وزن = ۲۱۰) کے نوات سے الفاذرہ خارج ہو جاتا ہے تو وہ سیسے (جوہری نمبر ۸۲، جوہری وزن ۲۱۰) کے جوہر میں تبدیل ہو جاتا ہے شکست و ریخت کے ان دو عملوں کو اس طرح ظاہر کیا جا سکتا ہے۔

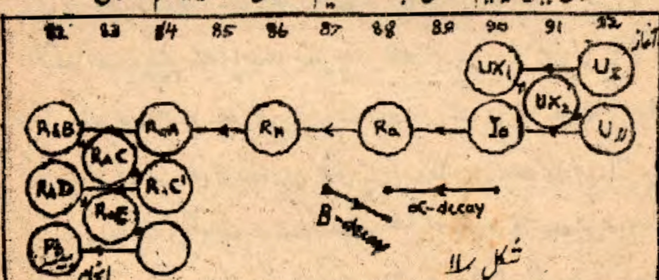
ریڈیم = ریڈون + ہیلیم + توانائی

پولونیم = سیسہ + ہیلیم + توانائی

سیسے کی شکل اختیار کرنے کے بعد الفاذرات کا اخراج رک جاتا ہے کیونکہ یہ ایسے عناصر کے گروہ سے تعلق رکھتا ہے۔جن کے نوات پائدار ہوتے ہیں اور اس مقام سے آگے شکست و ریخت کا عمل ممکن ہی نہیں رہتا۔

کبھی کبھار جب ان بھاری ناپائدار عناصر سے منفی بار دار الیکٹران خارج ہوتا ہے تو اس وقت ان میں شکست و ریخت کا یہ تدریجی عمل منقطع ہو جاتا ہے۔ بظاہر یہ الیکٹران شکست پذیر نوات کے اندرونی حصے سے نکلتا ہے۔اس اخراج

کو بیٹا شعاع (B—RAY) کا اخراج کہتے ہیں۔ چونکہ الیکٹران کی کمیت اتنی خفیف ہے کہ اسے نظرانداز کیا جاسکتا ہے لہٰذا اس کے اخراج سے جوہر کی کمیت میں کوئی تبدیلی نہیں واقع ہوتی۔ لیکن اس کے جوہری نمبر میں ایک کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ اس طرح یہ عنصر دوری جدول میں ایک مقام آگے چلا جاتا[1] ہے۔ لیکن جلد ہی (مثبت بار دار) الفا ذرات کا اخراج جوہری نمبر میں اس عارضی اضافے کی نفی کر دیتا ہے اور یہ ناپائدار عنصر کبھی دو قدم پیچھے ہٹتا ہے اور کبھی ایک قدم آگے بڑھ جاتا ہے۔ اس عمل سے یہ عنصر آہستہ آہستہ اپنی ناپائدار نوعیت ترک کر کے ایک مستحکم شکل اختیار کر لیتا ہے اور سیسے میں تبدیل ہو جاتا ہے اس طرح نوات کے اندر تغیرات کا ایک تانتا بندھ جاتا ہے اور ان تغیرات سے "نایاب کار خاندان" وجود میں آتے ہیں مثلاً یورینیم خاندان جس میں ریڈیم شامل ہے، تھوریم خاندان، اور ایکٹینیم خاندان۔



شکل ۱۳

الفا بیٹا ذرات کے اخراج سے یورینیم خاندان میں شکست و ریخت کا عمل

U=یورینیم، Io=آئونیم، Ra=ریڈیم، Rn=ریڈون، Po=پولونیم

الفا ذرات اور بیٹا شعاعوں کے اخراج کے ساتھ ساتھ شکست پذیر

---

[1] منفی برقی بار کے کم ہو جانے کے یہ معنی ہیں کہ نوات کا مجموعی مثبت بار بڑھ جاتا ہے۔

نوات کے اندر ہلچل سی مچ جاتی ہے اور نتیجۃً نہایت ہی چھوٹے طول کی برقی مقناطیسی شعاعیں خارج ہوتی ہیں جو عام ایکس شعاعوں (X-RAY) سے مشابہ ہوتی ہیں۔ الفا اور بیٹا شعاع کے برعکس، یہ شعاعیں مادی ذرات پر مشتمل نہیں ہوتیں ان میں نفوذ کی بے حد خاصیت ہوتی ہے اور یہی شعاعیں اکثر اوقات تاب کار عناصر سے پیدا ہونے والے انعکاس پذیر اور دیگر اثرات کا سبب بنتی ہے۔

خارج شدہ توانائی اور میعادِ شکست

نوات کی از خود شکست و ریخت کے دوران میں جو الفا ذرّات خارج ہوتے ہیں ان میں بے حد حرکی توانائی ہوتی ہے۔ ہمیں یہ خاصیت اس وقت معلوم ہوئی تھی جب رد فورڈ نے الفا ذرات کو ذرہ باری کے لئے استعمال کیا تھا الفا ذرات ریڈیم سے ایک ارب پچاس لاکھ سم یا ۹۰۰۰ میل فی سیکنڈ کی رفتار سے خارج ہوتے ہیں۔ حرارت کے اثر سے کمرے کے عام درجۂ حرارت پر ذرات کی جو رفتاریں ہوتی ہیں، یہ رفتار ان سے کئی ہزار گنا ہے اگرچہ ان ذرات کی کمیت بہت کم ہے۔ لیکن پھر بھی ہر ذرّے میں ۶۰۰۰۰۰۷ ارگ توانائی ہوتی ہے پس اگر اکائی کمیت کی توانائی شمار کی جائے تو الفا ذرات کی توانائی جدید توپ خانے میں استعمال ہونے والے گولوں کی توانائی سے کئی ارب گنا ہے۔

اگر ایک گرام ریڈیم کے تمام جوہر ایک گھنٹے میں اپنے الفا ذرات خارج

کردیں تو توانائی کی ایک کثیر مقدار یعنی ۲ × ۱۰^۱۶ ارگ پیدا ہوگی۔ پس چند پاؤنڈ ریڈیم کے اندر جو توانائی پوشیدہ ہے، وہ اسقدر کافی ہوگی کہ ایک بڑا بحری جہاز اوقیانوس کے راستے ہوتا ہوا یورپ جاکر واپس آسکے، یا کسی موٹر کا انجن کئی سو سال چلتا رہے۔ لیکن ریڈیم کے نواتوں میں جو جوہری توانائی پوشیدہ ہے وہ ایک دم خارج نہیں ہوتی بلکہ آہستہ آہستہ رستی رہتی ہے۔ یہ امر واقعہ ہے کہ ریڈیم کے جوہروں کی کسی مخصوص مقدار کے نصف حصے کی شکست و ریخت میں ۱۶۰۰ سال صرف ہو جاتے ہیں۔ اور باقی ماندہ مقدار پر اس عمل کے لئے مزید ۱۶۰۰ سال درکار ہوتے ہیں۔ تاب کار شکست و ریخت کا عمل سست ہونے کے باعث فی سیکنڈ توانائی کا اخراج نسبتاً کم ہوتا ہے۔ چنانچہ اگر ہم ایک گرام ریڈیم کی توانائی سے چائے کی ایک پیالی گرم کرنا چاہیں تو ہمیں کئی ہفتے انتظار کرنا ہوگا اور اس میں ایک گرام ریڈیم کی قیمت چالیس ہزار ڈالر ہوگی۔

یورینیم اور تھوریم کی میعادِ شکست یا نصف زندگی ۴ء۵ ارب سال اور ۱۴ ارب سال ہے۔ اس لئے ان سے توانائی کے اخراج کی رفتار اور بھی کم ہوتی ہے۔ بعض عناصر بہت کم عرصہ زندہ رہتے ہیں مثلاً ریڈون کی نصف زندگی ۳ء۸ دن ہے اور ریڈیم سی (Ra C') کی ۰ء۰۰۰۱ سیکنڈ۔ شکست و ریخت کے اس تیز رفتار عمل کی وجہ سے تابکار معدنیات میں ان عناصر کی مقدار اس قدر کم ہوتی ہے کہ عام کیمیائی طریقوں سے ان کے وجود کا پتہ ہی نہیں لگ سکتا۔

ہم بارھویں باب میں دیکھیں گے کہ تمام تاب کار عناصر جو اسوقت ہمیں معلوم ہیں، کائنات کے ارتقا، کے نہایت ابتدائی مراحل میں وجود پذیر ہو چکے تھے۔ اس لحاظ سے یہ تخلیق کے اولین شواہد ہیں

ان عناصر میں سے صرف وہ عناصر مثلاً یورینیم اور تھوریم، جن کی زندگی کائنات کی موجودہ عمر (دو ارب سال) کے ہم پلّہ ہے، اب بھی اپنی شکست و ریخت کے حاصل یعنی اپنے خاندان کے دیگر افراد کے ساتھ موجود ہیں۔ عناصر کی تشکیل کے اس ابتدائی دور میں اگر اس سے بھی بلند جوہری نمبر والے ناپائدار عناصر پیدا ہو جاتے تو ان اربوں سال کے درمیانی عرصے وہ کلی طور پر شکست و ریخت کی نذر ہو جاتے۔ اور ہمارے کرے پر ان کا کوئی نشان تک باقی نہ رہتا۔

"تاب کاری میں الفا ذرات کے رسنے" کا نظریہ

اگر تاب کار عناصر کے نوات ناپائدار ہیں اور اپنے ترکیبی اجزا کے اخراج سے ان میں شکست و ریخت واقع ہو سکتی ہے۔ تو کون سی چیز ان کے ایک دم ٹوٹ پھوٹ کر منتشر ہونے میں مانع ہے؟ کیا وجہ ہے کہ یورینیم اور تھوریم کے نوات اپنے الفا ذرّات اربوں سال تک تھامے رکھتے ہیں جبکہ کئی دوسرے نوات انہیں سیکنڈ کے قلیل حصے میں خارج کر دیتے ہیں؟ یہ سوالات ایک طویل عرصے تک نظریۂ تاب کاری کے لئے معمہ بنے رہے۔ جب میں ۱۹۲۸ء کے موسم گرما میں گوٹنگن یونیورسٹی

گیا۔ تو یہ مسائل بار بار میرے ذہن میں ابھرتے رہے۔ گوٹنگن ایک چھوٹا سا غیر دلچسپ قصبہ تھا جس میں تفریح کے سامان کی کل کائنات صرف دو تھیٹروں پر مشتمل تھی۔ اس لئے اُس آباد ویرانے میں تحقیق سے بہتر کوئی اور مشغلہ نہ تھا۔

مجھ پر یہ بات واضح تھی کہ نواتوں کو بلند برقی قوت (پوٹنشل) کی دیواروں نے گھیرا ہوا ہے اور کلاسیکی طبیعیات کے نقطۂ نظر سے ان ذرات کا ان زندانوں سے نکلنا ناممکن ہے۔ انہی دنوں ردر فورڈ کے تجربات کے نتائج شائع ہوئے تھے۔ اس کی تحقیق کے مطابق تاب۔ کار نواتوں کے گرد جو دیواریں ہیں۔ ان کی توانائی الفا ذرات کی توانائی سے بہت زیادہ ہے۔ اس لئے کلاسیکی نظریہ کے مطابق تاب کار شکست وریخت ایک ناقابلِ یقین امر تھا۔ لیکن جدید کوانٹم میکانیات اس عمل کی ایک ممکن تشریح کر سکتی تھی۔ اس نہج پر سوچ بچار کر کے میں نے جلد ہی یہ ثابت کر دیا کہ تاب کار عناصر کی شکست و ریخت درحقیقت ایک خالص کوانٹم مکانی عمل ہے۔ جس میں الفا ذرات نوات کے گرد واقع برقی قوت کی دیواروں سے اسی طرح گزر جاتے ہیں۔ جس طرح قدیم وضع کا کوئی بھوت کسی پرانے قلعے کی موٹی دیواروں سے گزر جاتا ہے۔ پس کوانٹم میکانی نظریہ کے مطابق نوات کی دیواریں "شفاف" ہوتی ہیں۔ اس سلسلے میں خارج ہونے والے ذرات کی توانائی اور ان کی میعادِ شکست (نصف زندگی) میں جو تعلق مشاہدے میں آیا اس سے

بھی یہ پایۂ ثبوت کو پہنچ گئی۔ اور اس سائنسی حقیقت میں کوئی شبہ نہ رہا کہ تاب کار شکست کی جو توضیح پیش کی گئی تھی وہ بالکل صحیح تھی۔

تقریباً انہی دنوں جب اس کتاب کا مصنف جرمنی کے اس پرانے شہر میں الفا شکست و ریخت کا یہ نظریہ وضع کر رہا تھا، تاب کاری کی وضاحت کے سلسلے میں اس سے ملتی جلتی وضاحت اوقیانوس کے پار دو سائنس دانوں، آر ڈبلیو گرنے اور ای-یو-کونڈن نے باہمی بحث و تمحیص کے بعد پیش کی۔

مستقبل میں نواتوں کے گرد برقی قوت کی دیواروں کے بارے میں کوانٹم نظریہ بے حد مفید ثابت ہوا۔ اس سے نہ صرف خود بخود واقع ہونے والے الفا شکست و ریخت کے عمل کا صحیح مفہوم واضح ہو گیا بلکہ نوات پر ذرات کی بوچھاڑ سے عناصر کی جو مصنوعی "قلب ماہیت" ہوتی ہے۔ اس نظریے سے ہمیں اس کے مسائل سمجھنے میں مدد ملی۔ یہ نظریہ نواتی عملوں (THERMONUCLEAR REACTIONS) کو واضح کرنے میں بھی مفید ثابت ہوا اور جیسا کہ ہم آگے چل کر دیکھیں گے۔ یہی عمل ستاروں کی توانائی کے حقیقی سرچشمے بھی ہیں۔

بیٹا ذرات کے اخراج سے نواتیں برقی انضباط

ہم پہلے بیان کر چکے ہیں کہ تاب کار عناصر سے الفا ذرات کے متواتر اخراج کا تسلسل وقتاً فوقتاً منقطع ہو جاتا ہے۔ یہ عمل اس

وقت ہوتا ہے۔ جب نوات سے ایک آزاد منفی بار یا الیکٹران خارج ہو جاتا ہے۔ اس سے قدرتی طور پر یہ خیال ہوتا ہے کہ الیکٹرون اور الفا ذرات جوہر کے نوات کے اہم اجزائے ترکیبی ہیں۔ اس مسئلے کے گہرے مطالعہ سے ماہرین طبیعیات نے یہ نتیجہ اخذ کیا ہے کہ الیکٹران بعینہٖ نوات کے اندر موجود نہیں ہوتے۔ اس کی ایک وجہ یہ ہے کہ الیکٹران کی جسامت اس قدر زیادہ ہے کہ ان کی کوئی قابلِ ذکر تعداد چھوٹے سے نوات میں سکڑ کر سما ہی نہیں سکتی۔

یہ نتیجہ بادی النظر میں مہمل معلوم ہوتا ہے۔ لیکن جدید نقطۂ نظر کی روشنی میں یہ الجھن دور ہو جاتی ہے۔ نئی تحقیق کے مطابق بعض تاب کار اشیا سے جو الیکٹران خارج ہوتے ہیں وہ اخراج سے عین پہلے نوات کے بے ڈول برقی بار ہی سے وجود میں آتے ہیں۔ اس نقطۂ نظر کو فنی تفصیلات کا سہارا لئے بغیر واضح کرنا آسان نہیں۔ ہمارے لئے بس یہی جاننا کافی ہے کہ الیکٹران اخراج سے پہلے نوات میں موجود نہیں ہوتے۔ بالکل اسی طرح جیسے کسی نلی کے سرے پر صابن کے بلبلے پیدا ہوتے ہیں لیکن نلی کے اندر ان کا وجود نہیں ہوتا۔

جب کبھی الفا ذرات کے متواتر اخراج سے شکست پذیر نوات کے برقی بار اور کمیت کا نازک توازن بگڑ جاتا ہے تو فوراً ہی برقی بار میں ایک نیا انضباط واقع ہوتا ہے۔ اور فاتو بار ایک آزاد برقی ذرے کی صورت میں خارج ہو جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ہم وہ عمل لیتے ہیں

جب تھوریم کے تاب کار خاندان کا ایک رکن "تھوریم سی" ایک نہایت ہی توانا الفاذرہ خارج کرتا ہے اس عمل سے تھوریم سی کا نوات "تھوریم سی" میں تبدیل ہو جاتا ہے جس کا جوہری وزن ۲۰۸ ہے اور جس میں ثبت بار کی ۸۱ اکائیاں ہیں۔ اگر ہم پائدار عناصر کے جدول کو دیکھیں تو معلوم ہوتا ہے کہ ۲۰۸ کمیت کے پائدار نوات میں بار کی ۸۲ اکائیاں ہونی چاہئیں۔ چونکہ یہ سیسے کا ایک "ہم جا" ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ پائدار بننے کے لئے تھوریم سی کی شکست وریخت کے حاصل کو ایک آزاد منفی بار یا بیٹا ذرہ خارج کرنا پڑے گا جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ یہ عام سیسے میں تبدیل ہو جائے گا۔ اور اسی صورت میں باقی رہے گا۔

آگے چل کر ہم دیکھیں گے کہ مصنوعی قلب ماہیت کے دوران میں جو نئے نوات پیدا ہوتے ہیں ان کا برقی توازن متضاد سمت میں بھی بحال ہو سکتا ہے اور وہ ایک آزاد ثبت بار خارج کر کے پائدار بن سکتے ہیں۔ مثلاً مصنوعی نائٹروجن کے نوات جن کا جوہری وزن ۱۳ ہوتا ہے (ہلکا ہم جا) ثبت بار کے اخراج سے کاربن کے پائدار نوات میں تبدیل ہو جاتے ہیں یہ کاربن کا بھاری ہم جا ہے اور اس کا جوہری وزن بھی ۱۳ ہے۔ ان ثبت الیکٹرانوں کے انکشاف نے بیٹا ذرات کے اخراج کے ذریعے واقع ہونے والی شکست و ریخت کو سمجھنے میں بڑی مدد دی لیکن یہ بحث اس کتاب کے دائرے سے خارج ہے۔ ان ثبت الیکٹرانوں کے وجود کی پیشین گوئی نظری طور پر پی۔ اے۔ ایم ڈائرک (P.A.M. D. RAC)

نے کی تھی۔

کیمیاگری کی تجدید

شکست پذیر تابِ کار عناصر کے انکشاف سے یہ ظاہر ہوگیا کہ قرونِ وسطیٰ کے کیمیاگر اس حد تک تو غلطی پر نہ تھے کہ وہ ایک عنصر کی مصنوعی قلب ماہیت کر کے اُسے دوسرے عنصر میں تبدیل کرنے کے خواب دیکھتے رہے۔ اگر عناصر کی قدرتی ترتیب کے آخری ناپائدار عناصر از خود ایک دوسرے میں تبدیل ہوسکتے ہیں تو کوئی وجہ نہیں کہ ہلکے اور طبعی طور پر پائدار عناصر بھی طاقتور بیرونی اثرات سے دوسرے عناصر میں تبدیل نہ ہوسکیں۔

قدیم زمانے کے کیمیاگر اس کوشش میں بالکل ناکام رہے۔ اس زمانے میں اپنے مقصد کے حصول کے لئے وہ صرف کیمیائی اور حرارتی تعامل ہی سے مدد لے سکتے تھے لیکن جوہری نواتوں کے اندرونی اجزا جس توانائی سے آپس میں پیوستہ ہیں وہ عام کیمیائی بندھنوں کی توانائی سے کئی کروڑ گنا ہے۔ نوات پر کیمیاگر کا حملہ ایسا ہی ہے جیسے میگی نٹ یا سیگفرڈ لائن کے جدید دفاعی انتظامات پر قدیم منجنیقوں کے ذریعے حملہ کرنے کی کوشش۔

جوہری نوات کے قلعے کی دیواروں کو شق کرنے کے لئے ہمیں ایسی گولیوں کی بوچھاڑ کرنی چاہیئے جن کی توانائی نوات سے خارج ہونے

والے ذرات کی توانائی کے ہم پلّہ ہو۔ ہمارے پاس کئی تاب کار عناصر ہیں جن میں سے کثیر توانائی کے حامل الفا ذرات خارج ہوتے ہیں۔ ہم ان ذرات کو ہلکے اور عام حالت میں پائدار نوات کی دیواروں پر برسا سکتے ہیں اس طریقے سے شاید کچھ الفا ذرّات ٹھیک نشانے پر بیٹھیں اور حفاظتی دیواروں سے پار گزر کر جوہر کے اندرونی حصے میں مطلوبہ تباہی مچا سکیں۔

ارنسٹ ردر فورڈ جوہر کی اندرونی ساخت کی تحقیق کے لئے ہمیشہ مضطرب رہتا تھا۔اسی خیال سے اس نے ۱۹۱۹ء میں تاب کار مادے سے نکلتے ہوئے تیز رفتار الفا ذرّات کو نائٹروجن کے جوہروں پر برسایا یہ جوہر گیس سے بھرے ہوئے ایک خانے میں آہستہ آہستہ حرکت کر رہے تھے۔اس طریقے سے ردر فورڈ نائٹروجن کے جوہروں کو پھوڑنے میں کامیاب ہو گیا۔

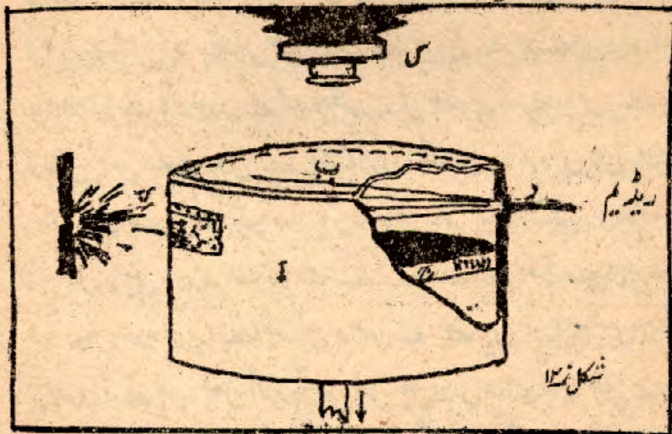
نواتوں کی بوچھاڑ کی تصویر کشی

ردر فورڈ کے انکشاف کے فوراً ہی بعد اس کے ایک شاگرد پیٹرک بلیکٹ (PATICK BLACKETT) نے اس نواتی جنگاہ کی ہوائی تصویریں اتاریں۔ان تصویروں میں نواتوں پر بوچھاڑ اور اس کے تباہ کن اثرات دیکھے جا سکتے تھے۔بظاہر یہ گمان کرنے کی وجوہات ہیں کہ چونکہ نواتی گولیاں بہت چھوٹی اور بہت تیز رفتار ہوتی ہیں۔اس لئے انکی تصاویر

براہِ راست نہیں اتاری جاسکتیں ، لیکن ایک لحاظ سے یہ بات صحیح نہیں۔ حقیقت یہ ہے کہ نوج کی تولیں کے گولوں کی نسبت ان چھوٹے اور تباہ کن ذرات کے خطوطِ حرکت کی تصویریں اتارنا زیادہ آسان ہے۔

اس تصویر کشی کے لئے جو سامان استعمال کیا جاتا ہے اسے "ابر خانہ" یا ولسن خانہ کہتے ہیں۔ اس کے عمل کا اصول یہ ہے کہ جب تیز رفتار باردار ذرات مثلاً الفا ذرات، ہوا یا کسی اور گیس سے گزرتے ہیں تو وہ ان جوہروں کی صورت مسخ کر دیتے ہیں جو ان کے راستے میں پڑے ہوتے ہیں۔ چونکہ ان الفا ذرات یا گولیوں کے گرد طاقتور برقی حلقہ ہوتا ہے۔ اس لئے یہ گولیاں گیس کے جوہروں سے ایک یا زیادہ الیکٹران جدا کر دیتی ہیں اور رواں شدہ جوہروں کی کثیر تعداد باقی رہ جاتی ہے۔ یہ حالت زیادہ دیر تک قائم نہیں رہتی۔ کیونکہ الفا ذرات کے گزر جانے کے تھوڑے ہی عرصے بعد رواں شدہ جوہر اپنے الیکٹران واپس لے لیتے ہیں اور اپنی طبعی حالت پر لوٹ آتے ہیں۔ لیکن اگر وہ گیس جس میں رواں سازی کا یہ عمل ہو رہا ہو، آبی بخارات سے سیر ہو تو رواں کے گرد چھوٹے چھوٹے قطرے بن جاتے ہیں۔ دراصل آبی بخارات میں یہ رجحان پایا جاتا ہے۔ کہ وہ رواں، خاکی ذرات وغیرہ پر جمع ہو جائیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ الفا ذرات کے راستے پر دھند کی ہلکی سی دھاری بن جاتی ہے دوسرے الفاظ میں کسی گیس سے گزرتے ہوئے باردار ذرے کا راستہ اسی طرح نظر آنے لگتا ہے۔ جس طرح دھواں چھوڑتے ہوئے طیارے کا

فنی نقطۂ نظر سے ابر خانہ نہایت سادہ آلہ ہے۔ اس میں دھات کا ایک سلنڈر و ہوتا ہے۔ جس کے اوپر شیشے کا ڈھکنا ب ہوتا ہے۔ اس سلنڈر میں ڈاٹ ج، ایک خاص سامان کے ذریعے جو شکل میں نہیں دکھایا گیا، اوپر نیچے حرکت کر سکتی ہے شیشے کے ڈھکنے اور ڈاٹ کی سطح کے درمیان عام ہوا یا کوئی اور گیس موجود ہوتی ہے۔ جس میں کافی آبی بخارات ہوتے ہیں۔



ولسن کے ابر خانے کی سکیم

جونہی کھڑکی[1] ڈ کے راستے جوہری گولیاں خانے میں داخل کی جاتی ہیں، ڈاٹ کو یک لخت نیچے دبا دیا جاتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ڈاٹ کے اوپر کی ہوا ٹھنڈی ہو جاتی ہے اور آبی بخارات کی تکثیف سے ان

---

[1] اس کھڑکی میں عام طور پر ابرق کا باریک ٹکڑا لگا ہوتا ہے۔ جس میں تیز رفتار جوہری گولیاں بڑی مشکل سے گزر سکتی ہیں۔

"گولیوں" کے راستوں پر دھند کی دھاریاں بن جاتی ہیں ایک اور کھڑکی کے راستے تیز روشنی اندر داخل کی جاتی ہے - چونکہ ڈاٹ کی بالائی سطح سیاہ ہوتی ہے - اس لئے دھند کی دھاریاں اس سیاہ پس منظر میں واضح طور پر دیکھی جاسکتی ہیں یا ایک کیمرے سے اس کے ذریعے ان کی تصویر اتاری جاسکتی ہے - یہ کیمرہ ڈاٹ کی حرکت کے ساتھ خود بخود کام کرتا ہے - یہ سادہ سی ترتیب جدید طبیعیات کا ایک بیش قیمت آلہ ہے جس کے ذریعے ہم نوات کی ذرہ باری کے نتائج کی نہایت خوبصورت تصویریں اتار سکتے ہیں -

نائٹروجن کے جوہر پھوڑنا

چونکہ ہوا کا بیشتر حصہ نائٹروجن پر مشتمل ہوتا ہے - اس لئے نائٹروجن کے جوہروں پر ذرات کی بوچھاڑ کرنے کے لئے بلیکٹ (BLACKETT) نے خانے کو عام ہوا سے بھر دیا یہ تو خیر ممکن ہی نہیں کہ پہلو والی کھڑکی کے راستے ایک الفا ذرے کو عین نائٹروجن کے جوہر کے نوات پر پھینکا جا سکے البتہ اس بات کا امکان ہے کہ اگر نواتی تولیوں سے کافی پھیلاؤ میں ذرہ باری کی جائے تو کبھی کبھار کوئی ذرہ ٹھیک نشانے پر جا بیٹھے -

اس سامان کے ذریعے شروع شروع میں جو تصاویر اتاری گئیں ، اُن میں کوئی "گولی" ٹھیک نشانے پر بیٹھتی نظر نہ آئی اور الفا ذرّات خانے میں سیدھے گزر گئے - لیکن تیئیس ہزار (۲۳۰۰۰) تصویریں اتارنے کے بعد بلیکٹ آٹھ ایسی تصویریں اتارنے میں کامیاب ہو گیا جن میں الفا

ذرات اور نائٹروجن کے جوہروں کے نواتوں کے درمیان براہ راست تصادم واقع ہوا تھا۔ پس ٹھیک نشانے پر گولی پھینکنے کے مواقع بہت کم تھے۔ اس سے ظاہر ہے کہ کم از کم اسوقت تک نواتی تقلیب ماہیت کے ذریعے کافی مقدار میں نئے عناصر پیدا کرنے یا جوہری توانائی حاصل کرنے کے عملی امکانات کچھ زیادہ روشن نہ تھے۔

نوات کی شکست و ریخت کی حقیقی صورت حال کو شکل ۱۳ میں ایک



پلیکٹ کی اتاری ہوئی نواتی تقلیب ماہیت کی تصویر کا تجزیہ
نقطے دھند کے قطرات ظاہر کرتے ہیں

خاکے کی صورت میں دکھایا گیا ہے اس میں ایک الفا ذرّہ نہایت تیزی سے
نائٹروجن کے جوہر کی طرف بڑھ رہا ہے اور اس کے نوات کے ساتھ براہِ
راست متصادم ہے۔ ہمیں اس تصادم کے نتائج بھی نظر آ رہے ہیں نوات
کے اندر سے ایک پروٹان یعنی ہائیڈروجن کا نوات بائیں طرف خارج ہو
رہا ہے۔ خود نوات مقامِ تصادم سے پرے دائیں طرف تیزی سے نکل
جاتا ہے[ل]۔ لیکن خود الفا ذرے کا نشان گم ہو گیا ہے۔ اس سے ہم یہ نتیجہ
نکالتے ہیں کہ یہ تصادم کے موقع پر نوات کے ساتھ چمٹ گیا ہوگا۔

وہ نوات جو اس تصادم کے نتیجے کے طور پر پیدا ہوتا ہے، نائٹروجن کا
نوات نہیں رہتا بلکہ ایک مختلف نوات بن جاتا ہے جس میں ایک الفا ذرے

لہ یہاں یہ واضح کر دینا ضروری معلوم ہوتا ہے کہ ابر خانے کی تصاویر سے
نہ صرف اس عمل میں حصہ لینے والے ذرات کے خطوطِ حرکت نمایاں ہو جاتے
ہیں بلکہ ان سے ہم ان ذرات کی ماہیت بھی معلوم کر سکتے ہیں۔ کسی متحرک
ذرے میں رواں سازی کی جو قابلیت ہوتی ہے۔ وہ اس کے برقی بار پر
منحصر ہوتی ہے۔ جتنا بار زیادہ ہوگا۔ اتنا ہی ابر خانے میں دھند کی دھاریاں
گہری ہونگی۔ شکل نمبر ۱۳ سے واضح ہے کہ تصادم کے بعد جو ذرات
بائیں طرف جاتے ہیں ان کا راستہ وقوع پذیر الفا ذرات سے تنگ
ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ جو ذرہ بائیں طرف گیا ہے اس کا برقی بار الفا ذرے
سے کم ہے۔ اس لئے لازماً وہ پروٹان ہوگا۔ اسکے برعکس دائیں طرف کا چوڑا راستہ
ہے۔ جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ یہ نوات ہے جو کافی برقی بار کا حامل ہے۔

یعنی ہیلیئم کے نوات کا اضافہ ہو جاتا ہے اور ایک پروٹان یعنی ہائیڈروجن کا نوات کم ہو جاتا ہے۔ اس عمل سے نوات کے بار میں ایک کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ (+2 -1) اور نوات کی کمیت میں تین اکائیوں کا (+4 -1) اس کا مطلب یہ ہے کہ ۷ جوہری نمبر اور ۱۴ جوہری وزن کے نائٹروجن کے جوہر کی بجائے ہمیں آکسیجن کے جوہر کا نوات حاصل ہو گیا۔ جس کا جوہری نمبر ۸ اور جوہری وزن ۱۷ ہے پس نائٹروجن کے جوہر الفا ذرات کی بوچھاڑ سے آکسیجن کے جوہروں میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ عناصر کی اس قلب ماہیت سے کیمیاگری کا قدیم خواب ایک حقیقت بن گیا۔

نواتی تبدیلیوں کو بھی عام کیمیائی عملوں کی طرح ظاہر کیا جا سکتا ہے۔ فرق

$$N^{14} + He^{4} \longrightarrow O^{17} + H^{1}$$

شکل نمبر ۱۴

شکل نمبر ۱۴ - نائٹروجن اور ہیلیئم کے نوات کے تصادم سے آکسیجن اور ہائیڈروجن کے نوات پیدا ہوتے ہیں۔ بالائی ہندسے جوہری وزن ظاہر کرتے ہیں

صرف یہ ہے کہ ان عملوں میں نہ صرف سالمات میں جوہروں کی ترتیب بدل جاتی ہے بلکہ جوہروں کے اندرونی حصے میں بھی تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں۔

یہاں یہ بھی واضح کر دینا ضروری معلوم ہوتا ہے کہ مندرجہ بالا نواتی تعامل سے جو آکسیجن بنتی ہے اس کا جوہری وزن ۱۶ کی بجائے ۱۷ ہے۔ اس لئے یہ آکسیجن کا وزنی ہم جا ہے۔ ہم اس سے پہلے دوسرے باب میں دیکھ چکے

ہیں کہ ہوا کی آکسیجن دو "ہم جاؤں" پر مشتمل ہے ایک آکسیجن ۱۶ جو کافی مقدار میں پایا جاتا ہے اور دوسرا آکسیجن ۱۷ جو اتنا کمیاب ہے کہ ہوا میں اسکی مقدار صرف ۰۴.۰ فی صد ہوتی ہے۔

رودر فورڈ اور اس کے ساتھیوں کے تجربات سے یہ واضح ہو گیا ہے کہ نائٹروجن کی طرح کئی اور ہلکے عناصر پر بھی الفا ذرات کی بوچھاڑ سے ان میں اس قسم کی تبدیلی پیدا کی جا سکتی ہے اس طرح بوروان (جوہری نمبر ۵) کو کاربن (جوہری نمبر ۶) میں، سوڈیم (جوہری نمبر ۱۱) کو میگنیشیم (جوہری نمبر ۱۲) میں ایلومینیم (جوہری نمبر ۱۳) کو سیلیکان (جوہری نمبر ۱۴) میں تبدیل کیا گیا۔ جن عناصر پر یہ بوچھاڑ کی جاتی ہے۔ جوں جوں ان کا جوہری وزن زیادہ ہوتا جاتا ہے توں توں اس قسم کی تبدیلیوں کے امکانات تیزی سے کم ہوتے چلے جاتے ہیں۔ حتّٰی کہ دوری نظام میں آرگان کے بعد کسی عنصر کی شکست و ریخت کا مشاہدہ نہیں کیا گیا۔

پروٹان کی بوچھاڑ

عناصر کی مصنوعی قلب ماہیت کے تمام تجربات میں ہمیشہ الفا ذرات کی بوچھاڑ کی گئی کیونکہ صرف یہی ایسے بھاری ذرات تھے جو تاب کار عناصر کے نواتوں سے از خود خارج ہوتے رہتے تھے۔ نواتی قلب ماہیت کا جو نظریہ اس کتاب کے مصنف نے مدوّن کیا اس سے یہ ظاہر ہوتا تھا کہ اگر الفا ذرات کی بجائے تیز رفتار پروٹان استعمال کئے جائیں تو کارکردگی میں اضافے کی توقع کی جا سکتی ہے۔ چونکہ پروٹانوں کا برقی بار کم ہوتا

ہے اس لئے جب وہ زیادہ باردار نوات کے قریب آئیں گے تو ان میں دفع کا عمل کم ہوگا۔ اس لئے پروٹانوں میں نوات کے اندرونی حصے میں داخل ہونے کی زیادہ صلاحیت ہوگی۔ اس کے علاوہ یہ بھی توقع کی جا سکتی ہے کہ نئی قسم کے ذرات کی بوچھاڑ سے پہلے سے مختلف قسم کے نواتی عمل واقع ہوں لیکن دقت یہ ہے کہ عام تاب کار عناصر خود بخود پروٹان خارج نہیں کرتے اس لئے یہ ضروری تھا کہ پہلے توانائی سے بھرپور پروٹانوں کی "شعاع" مصنوعی طور پر حاصل کی جائے اس کا طریقہ یہ تجویز کیا گیا کہ ہائیڈروجن کے جوہروں یعنی ان کی رفتار طاقتور برقی قوت کے اثر سے بڑھائی جائے اس سلسلے میں سب سے پہلا کامیاب تجربہ ردرفورڈ کے ایک نوجوان اور لائق شاگرد، جے کاک کرافٹ (J. COCK-CROFT) نے کیمبرج کی تجربہ گاہ میں کیا اس نے پانچ لاکھ وولٹ کا ٹرانسفارمر استعمال کرکے پروٹانوں کی ایک متوازی شعاع حاصل کی جس میں ان کی رفتار دس ہزار کلومیٹر فی سیکنڈ تھی۔ ان ذرات کو مصنوعی طور پر تیز رفتار بنایا گیا تھا۔ لیکن پھر بھی ان کی حرکی توانائی ردرفورڈ کے الفا ذرات سے کافی کم تھی۔ اس کے باوجود یہ ذرات نوات پر بمباری کے لئے نہایت موثر ہتھیار ثابت ہوئے۔ کاک کرافٹ نے شعاع کو ایسے ہدف پر پھینکا جس پر لیتھئم کی تہ چڑھی ہوئی تھی۔ اس نے دیکھا کہ لیتھئم کے بہت سے نوات پر کے وار سے پھوٹ کر دو مساوی حصوں میں تقسیم ہوگئے۔ اس نواتی عمل کو شکل نمبر ۱۵ میں ظاہر کیا گیا ہے۔

شکل نمبر ۱۵۔ لیتھئم اور ہائیڈروجن کے نواتوں کے تصادم سے ہیلئم کے دو نوات یا الفا ذرات

پیدا ہوتے ہیں

شکل نمبر ۱۵



اس شکل سے ظاہر ہے کہ ہائیڈروجن اور لیتھیم کے نوات تصادم کے بعد مکمل طور پر خالص ہیلیئم میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ پروٹانوں کی بوچھاڑ سے جو مختلف عمل واقع ہوتے ہیں ان میں سے ہم نائٹروجن کے کاربن میں تبدیل ہونے کا ذکر کریں گے[1]۔

$${}_7N^{14} + {}_1H^1 \rightarrow {}_6C^{11} + {}_2He^4$$

بورون (B) پر جب پروٹان برسائے جاتے ہیں تو وہ تین الفا ذرات میں پھوٹ جاتا ہے۔

$${}_5B^{11} + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^4 + {}_2He^4$$

نظری پیشین گوئی کے مطابق الفا ذرات کی بہ نسبت پروٹان برسانے سے شکست و ریخت کا عمل واقع ہونے کے امکانات زیادہ ہیں لیکن یہاں بھی انہی عوامی قوانین کا اطلاق ہوتا ہے۔ جوں جوں عناصر کے جوہری وزن اور ان پر برسنے والے پروٹانوں کی توانائی گھٹتی جاتی ہے۔ توں توں

---

[1] ہر کیمیائی علامت کے نچلے بائیں کونے میں جو ہندسہ ہے۔ وہ اس عنصر کا جوہری نمبر ظاہر کرتا ہے اور بالائی دائیں کونے کا ہندسہ اس کا جوہری وزن ظاہر کرتا ہے۔ ہر مساوات کے دونوں طرف جوہری نمبر اور جوہری وزن مساوی ہوتے ہیں پہلے عمل میں کاربن کا ہلکا ہم جا پیدا ہوا ہے۔ عام کاربن کی علامت ${}_6C^{12}$ ہے۔

شکست و ریخت کے امکانات کم ہوتے چلے جاتے ہیں، بہرحال بعض ہلکے عناصر میں بھی، جب کہ ان پر برسنے والے پروٹانوں کی توانائی ۱۰-۹ ارگ جتنی قلیل تھی، نواتی قلبِ ماہیت کے آثار دیکھے گئے ہیں

کاک کرافٹ نے تیز رفتار پروٹانوں کی شعاع حاصل کرکے جو ابتدا کی تھی، اس سے نواتی مسائل میں طاقتور برقی قوت کے استعمال میں ترقی کے ایک نئے دور کا آغاز ہوا۔ آج دنیا بھر میں طبیعیات کی متعدد تجربہ گاہوں میں عظیم الشان مشینیں نصب ہیں جنہیں عجیب و غریب ناموں سے پکارا جاتا ہے۔ مثلاً کاک کرافٹ کی قسم کا وولٹیج افزوں گر (VOLTAGE AMPLIFIER) برقی سکونی جنریٹر (ELECTROSTATIC GENERATOR) اور سائیکلوٹرون (CYCLOTRON)

برقی سکونی جوہر شکن

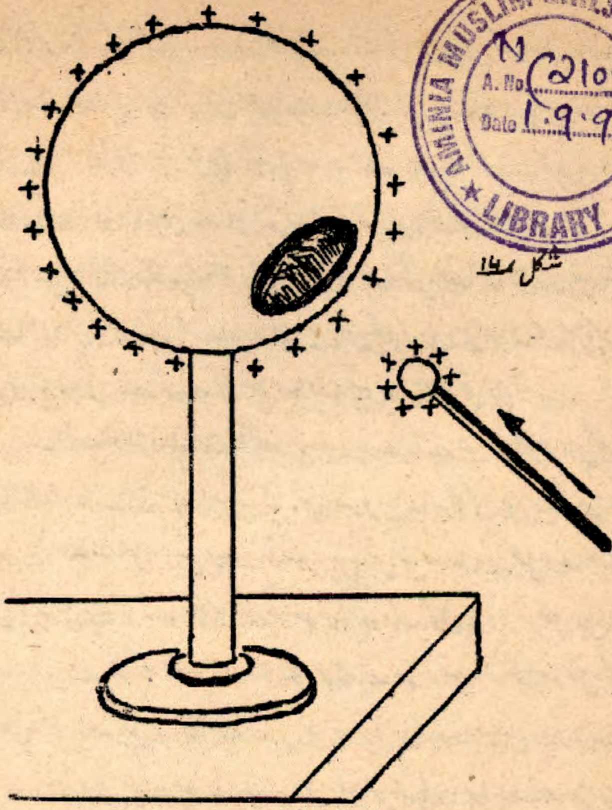
اب ہم آپ کو واشنگٹن کے کارنیگی ادارہ میں لئے چلتے ہیں۔ اس کے وسیع و عریض احاطے میں ۱۵ فٹ بلند فولادی کرہ نصب ہے۔ اس کے ایک تنگ سوراخ میں منہ رکھ کر ڈاکٹر مرلے ٹووے (DR MERLE TUVE) آواز دے رہا ہے "لاری، تمہارا ٹیلیفون آیا ہے۔"

ڈاکٹر لاری ہاف سٹاڈ (LARY HAFSTAD) اس وقت بہت بلندی پر ایک رسے کے ساتھ لٹکا ہوا ہے اور گنبد کی مدھم روشنی میں عام گھریلو برقی گردکش (VACUUM CLEANER) سے کرے کو صاف کر رہا ہے یہ نہایت

ضروری ہے کہ کرہ ہموار ہو اور اتنا صاف ہو کہ اس میں کہیں کوئی داغ نہ ہو ورنہ یہ خدشہ رہتا ہے کہ برق کہیں سے خلافِ ضرورت خارج نہ ہو جائے۔ برق پیدا کرنے کی اتنی بڑی مشین سب سے پہلے ڈاکٹر فان ڈی گراف (DR VAN DE GRAFF) نے نیو بیڈ فورڈ کے قریب ہوائی جہازوں کے ایک غیر مستعمل سائبان کے نیچے تعمیر کی۔ ڈاکٹر گراف اگرچہ طبعاً بڑا رحمدل تھا لیکن اسے بھی اس مشین کی تعمیر کے دوران میں کئی کبوتروں کو ہلاک کرنا پڑا کیونکہ ان کی موجودگی سے کرے کی سطح صاف نہیں رہ سکتی تھی۔

جب تک ڈاکٹر ہاف سٹاڈ ٹیلیفون سن رہا ہے۔ آیئے ہم اس عظیم جوہر شکن کا معائنہ کریں۔ آپ نے سکول میں یہ بنیادی اصول پڑھا ہوگا کہ برق ہمیشہ موصل کی بیرونی سطح پر پھیلی رہتی ہے۔ سکولوں میں اس خاصیت کی عملی وضاحت یوں کی جاتی ہے کہ دھات کا ایک کھوکھلا کرہ اور ایک گول باردار موصل لیا جاتا ہے۔ جس کے ساتھ شیشے کا دستہ لگا ہوتا ہے۔ یہ موصل کھوکھلے موصل کی اندرونی سطح سے مس کیا جاتا ہے۔ اس طرح برقی بار، باردار موصل سے بڑے کرے کی بیرونی سطح پر چلا جاتا ہے۔ اس عمل کو بار بار دہرانے سے بڑے کرے کو کافی زیادہ برقی پوٹنشل (POTENTIAL) دیا جا سکتا ہے۔ جسکے اثر سے قریب کے موصل کی جانب بڑے بڑے شرارے لپکتے ہیں۔ شکل نمبر ۲۷ (برقی سکونی جوہر شکن کا اصول) اگلے صفحہ پر دیکھئے۔

برق سکونی پیدا کرنے والی جدید مشین اور اس سادہ سے انتظام میں جسامت کا فرق ہے۔ اگر ہم تفصیل میں جائیں تو اور بھی کئی باریک فرق نظر آتے ہیں تقابل



شکل ۱۴۷

برقی سکونی جوہر شکن کا اصول

ذکر فرق یہ ہے کہ موصل کے اندر برقی بار منتقل کرنے کے لئے چھوٹے بار دار جسم کو بار بار اس کے اندر نہیں لے جایا جاتا بلکہ ایک خاص انتظام کے ذریعے برقی مسلسل مہیا کیا جاتا ہے اس مشین کے نچلے حصے میں برقی ٹرانسفارمر ہوتا ہے اور بالائی کرے کے اندر ایک چرخی نصب ہوتی ہے۔ ان کے درمیان ایک

مجوزہ گول پٹا حرکت کرتا ہے - ٹرانسفارمر دو لیٹیج مہیا کرتا ہے تو یہ پٹا آہستہ آہستہ برقی بار اوپر سے جاتا ہے اور کرے کا برقی پوٹنشل بہت زیادہ کر دیتا ہے۔

برقی سکونی جنریٹر میں جب پٹا پہلا برقی بار اوپر لے جاتا ہے تو اس کے چند منٹ بعد پچاس لاکھ وولٹ کی برقی قوت حاصل ہو سکتی ہے اس طریقے سے جو وولٹیج حاصل کی جا سکتی ہے، اصولی طور پر اس کا کوئی انتہا نہیں لیکن عملی طور پر جونہی باردار کرے اور حفاظتی فولادی کرے[1] کی دیواروں کے درمیان شرارے پیدا ہونے شروع ہو جاتے ہیں یہ اپنی انتہا کو پہنچ جاتی ہے۔

اس بے حد و حساب باردار کرے کے ذریعے ہم ہر قسم کے تیز رفتار ذرات کی شعاع حاصل کر سکتے ہیں۔ مثلاً پروٹان، الفا ذرات، ہیلیم کے نوات وغیرہ جس قسم کی شعاع حاصل کرنا ہو، اس کے روانوں کی رفتار کو شیشے کی ایک ایسی نلی میں تیز تر کر دیا جاتا ہے جس سے ہوا خارج کی ہوتی ہے۔ اس نلی کا ایک سرا باردار کرے میں نچلے حصے سے داخل ہوتا ہے اور دوسرا حصہ زمین سے منسلک ہوتا ہے۔ ان روانوں میں بہت زیادہ حرکی توانائی ہوتی ہے۔ جب یہ شیشے کی نلی کے پیندے میں پہنچتے ہیں تو باریک ابرق کی ایک کھڑکی سے گزر کر زمین دوز تجربہ گاہ میں داخل ہوتے ہیں جہاں انہیں اس شے پر برسایا جا سکتا ہے جو زیر تحقیق ہو۔ چھت کے جس سوراخ سے بے حد توانائی کے حامل پروٹان داخل ہوتے ہیں۔ اس کے نیچے بے شمار پیچیدہ اور عجیب و غریب آلات کا

---

[1] یہ بیرونی فولادی کرہ بارش اور برف سے حفاظت کرنے کے علاوہ ہوا کو خشک رکھنے میں بھی مدد دیتا ہے۔ اس سے برقی بار خلافِ مرضی زائل نہیں ہو سکتا۔

جگمگاتا سا ہوتا ہے جن کے ذریعے نواتی شکست دریخت کے نتائج ملاحظہ کئے جا سکتے ہیں۔

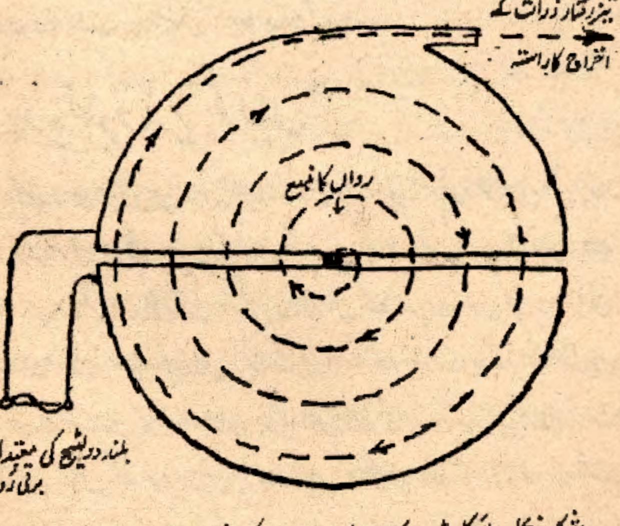
سائیکلوٹرون

برق سکونی جنریٹر کا اصول برق کی دریافت کے ابتدائی دور سے وابستہ ہے لیکن سائیکلوٹرون ایک بالکل نئے اور انوکھے اصول پر مبنی ہے۔ اسے سب سے پہلے ڈاکٹر ارنسٹ۔ او۔ لارنس نے کیلیفورنیا میں بنایا۔ ذرات کو کئی لاکھ وولٹ کے برقی پوٹنشل کے اثر سے تیز رفتار بنانے کی بجائے، لارنس نے انہیں ایک دائرے میں گردش کرنے دیا۔ ایک خاص مقام سے گزرتے وقت ہر دفعہ ایک قسم کا برقی دھکا ان کی رفتار پہلے سے زیادہ کر دیتا تھا۔ اس طرح ہر گردش پر ان کی توانائی میں اضافہ ہوتا چلا جاتا تھا۔

ایک باردار ذرّے کو دائرے میں متحرک رکھنے کے لئے یہ ضروری ہے کہ اسے ایک یکساں مقناطیسی حلقے میں رکھا جائے۔ ہمیں معلوم ہے کہ اگر کسی باردار ذرّے کی حرکت کی عمودی سمت میں ایک مقناطیسی حلقہ موجود ہو تو اس کے اثر سے باردار ذرّے کی حرکت کی سمت بدل جاتی ہے اور وہ دائروں میں حرکت کرنے پر مجبور ہو جاتا ہے۔ اپنی گردش کے دوران میں مسلسل برقی دھکوں سے جوں جوں ذرّات کی توانائی میں اضافہ ہوتا جاتا ہے، مقناطیسی حلقہ ان میں کم سے کم تر انحراف پیدا کرتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ گول مداروں کے نصف قطر زیادہ ہوتے جاتے ہیں۔ اس طرح ہر بار ذرے کو زیادہ فاصلہ

طے کرنا پڑتا ہے۔ خوش قسمتی سے اس کے ساتھ ساتھ رفتار میں بھی اضافہ ہوتا جاتا ہے۔ اس لئے ذرات اس خاص مقام پر وقت کے مساوی وقفوں کے بعد پہنچتے ہیں۔ اس موقع پر برقی دھکوں کے لئے عام ہائی فری کوئنسی جنریٹر (HIGH FREQUENCY GENERATOR) سے پیدا کیا ہوا پوٹنشل استعمال کیا جا سکتا ہے۔

لارنس نے جو سائیکلو ٹرون کیلیفورنیا یونیورسٹی میں بنایا، اس میں پروٹان باہر نکلنے سے پیشتر متعدد بار گردش کرتا ہے۔ ہر گردش میں سیکنڈ کا قلیل سا حصہ صرف ہوتا ہے اور ذرے کو ہر دفعہ ایک برقی دھکا لگتا ہے۔ جسکا نتیجہ



شکل نمبر ۱۲ سائیکلوٹرون کا اصول - ذرات کی رفتار میں مسلسل اضافہ ہوتا چلا جاتا ہے۔

یہ ہوتا ہے۔ کہ اس مشین میں متواتر سفر کے بعد ذروں میں کتنی لاکھ دولٹ کا پوٹنشل موجود ہوتا ہے۔ یہ ذرات، جن میں بہت زیادہ توانائی ہوتی ہے، بل دار راستوں کو طے کرنے کے بعد پتلے ابرق کے ایک پردے سے گزر کر باہر نکلتے ہیں۔ اب انہیں نوات پر ہر قسم کی بوچھاڑ کیلئے استعمال کیا جاتا ہے۔

ذرات کی ان مصنوعی شعاعوں کا ایک بڑا فائدہ یہ ہے کہ ہم ان میں سے اپنی مرضی کے مطابق مناسب قسم اور رفتار کے ذرات کا انتخاب کر سکتے ہیں۔ ان کے استعمال سے مختلف قسم کے نواتی تعامل کے علم میں بے حد ترقی ہوئی ہے نواتی تبدیلیوں کی چند مثالیں ہم اوپر دے چکے ہیں۔ ان کے علاوہ اس طریقے سے بیسیوں دلچسپ تبدیلیوں کا مطالعہ کیا گیا ہے۔

جدید نفوذ پذیر "گولیاں"

پچھلے دس سال میں نواتی طبیعیات میں ایک نئی قسم کی "گولیوں" کی ایجاد سے بڑی ترقی ہوئی ہے۔ یہ گولیاں اگرچہ کئی لحاظ سے عام پروٹانوں سے مشابہ ہیں لیکن ان میں کوئی بار نہیں ہوتا ان بے بار پروٹانوں کو نیوٹران (NEUTRON) یا عدلیے کہتے ہیں۔ نوات پر برسانے کے لئے یہ گولیاں مثالی ہیں چونکہ ان ذرات میں کوئی بار نہیں ہوتا اس لئے جب یہ بے حد باردار نوات کے قریب آئیں گے تو وہ انہیں پرے نہیں دھکیل سکے گا اور وہ بلا دقت نوات کے اندر نفوذ کر جائیں گے۔

اس قسم کے ذرات کے امکان کے بارے میں ردرفورڈ نے ۱۹۲۵ء

میں ایک مفروضہ پیش کیا تھا۔ لیکن ان کے وجود کا حقیقی ثبوت ردر فورڈ کے رفیقِ کار، ڈاکٹر جیمز چیڈوک (JAMES CHADWICK) نے ۱۹۳۲ء میں دیا۔ وہ یہ دکھانے میں کامیاب ہو گیا کہ جب بریلیم (BERYLIUM) پر الفا ذرات کی بوچھاڑ کی جاتی ہے تو اس سے خارج شدہ اشعاع میں بے بار ذرات ہوتے ہیں جن کی کمیت پروٹان کے تقریباً مساوی ہوتی ہے۔ اس عمل سے جو نواۃ پیدا ہوتا ہے وہ عام کاربن سے مشابہ ہوتا ہے۔

آج کل نیوٹران دو ڈیوٹرانوں (DEUTRONS) یعنی وزنی ہائیڈروجن کے جوہروں[1] کے نواۃ کے تصادم سے حاصل کئے جاتے ہیں۔ وزنی ہائیڈروجن کے رواں کو تیز رفتار بنانے کے لئے کوئی جدید ہائی ٹینشن جنریٹر استعمال کیا جا سکتا ہے۔ پھر انہیں کسی ایسی چیز میں گرایا جاتا ہے جس کے سالمات میں وزنی ہائیڈروجن کے جوہر موجود ہوں۔ مثلاً وزنی پانی (HEAVY WATER) اس تصادم سے تیز رفتار نیوٹرانوں کی بہت زیادہ تعداد معرضِ وجود میں آتی ہے۔ اس عمل کو یوں ظاہر کر سکتے ہیں۔

$$_1D^2 + _1D^2 \longrightarrow _2He^3 + _0n^1$$

پس اس تعامل کے حاصلات میں ایک ہیلئم کا ہم جا ہے جس کی کمیت ۳ ہے۔ یہ ہم جا عام ہیلئم میں، جس کی کمیت ۴ ہے، قلیل مقدار میں ملا ہوا ملتا ہے۔ یہاں یہ امر بھی قابلِ غور ہے کہ چونکہ نیوٹران میں کوئی برقی بار نہیں ہوتا اس لئے

---

[1] وزنی ہائیڈروجن کو عام طور پر ڈیوٹیریم (DEUTERIUM) کہتے ہیں اور علامات کے ذراتی طریقے میں اس کی علامت $_1D^2$ (بار ایک کمیت ۲) ہے۔

وہ اپنے راستے میں ہوا کے روال نہیں بنا سکتے۔ یہی وجہ ہے کہ اگر انہیں ابرخانے میں گزارا جائے تو اپنے پیچھے کوئی مرئی نشان نہیں چھوڑتے۔ انہیں دیکھنے کیلئے ان نشانات کا مشاہدہ کرنا پڑتا ہے جو ان کے اور ہوا کے ذرات کے تصادم سے پیچھے رہ جاتے ہیں۔

نیوٹرانی بوچھاڑ کے نتائج

جیسا کہ اوپر اشارتاً بتایا گیا ہے نیوٹران بہت زیادہ باردار نوات میں بھی بآسانی نفوذ کر سکتے ہیں اور اس کے اندرونی حصے میں تباہی مچا سکتے ہیں۔ ان اثرات کی تحقیق کا بیشتر کام اطالوی ماہرِ طبیعیات 'این ری کو فرمی اور اس کے رفقائے کار نے کیا ہے۔ ہلکے عناصر میں نیوٹران کے نفوذ کے بعد کوئی الفاذرہ یا ایک پروٹان خارج ہوتا ہے۔ مثلاً مندرجہ ذیل عملوں میں ایسا ہی ہوتا ہے۔ (۱) نائٹروجن کی قلبِ ماہیت سے بورون اور ہیلیئم کا پیدا ہونا۔

$$_{7}N^{14} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{5}B^{11} + {}_{2}He^{4}$$

(۲) لوہے کی قلب ماہیت سے مینگانیز اور ہائیڈروجن کا پیدا ہونا۔

$$_{26}Fe^{56} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{25}Mn^{56} + {}_{1}H^{1}$$

بھاری عناصر کے جوہروں کے نواتوں کے گرد پوٹنشل کی دیواریں بہت بلند ہوتی ہیں۔ اگرچہ یہ دیواریں نیوٹران کو داخل ہونے سے روک نہیں سکتیں لیکن نوات کے باردار ترکیبی ذرات میں سے کوئی ذرہ باہر نہیں نکل سکتا۔ ایسے عمل میں نوات میں داخل ہونے والے نیوٹران اپنی توانائی کو برقی مقناطیسی

اشعاع کی صورت ہی میں زائل کر سکتے ہیں۔ پس نوات نفوذ پذیر گاما شعاعیں (x-rays) خارج کرتا ہے۔ اس کی مثال مندرجہ ذیل عمل ہے جس میں سونے کا وزنی ہم جا پیدا ہوتا ہے۔

$$_{79}AU^{197} + _{0}N^{1} \longrightarrow _{79}N^{198} + \gamma \text{ RAYS}$$

اس قسم کے عمل میں جس عنصر پر ذرات کی بوچھاڑ کی جاتی ہے۔ اس کا وزنی ہم جا بن جاتا ہے اور اس کے بعد ایک الیکٹران خارج کرنے سے برقی بار کی ترتیب بدل جاتی ہے۔

نوات کا انشقاق

اب تک ہم نے جن نواتی عملوں کا مطالعہ کیا ہے۔ ان میں قلب ماہیت کے دوران میں نوات کے اجزا سے کوئی چھوٹا سا جزو خارج ہوتا رہا ہے۔ مثلاً الفا ذرات، پروٹان یا نیوٹران۔ اب تک جوہری طبیعیات کے ارتقا میں کسی وزنی عنصر کے نوات کو دو یا زیادہ تقریباً مساوی حصوں میں پھٹتے نہیں دیکھا گیا تھا۔ لیکن ۱۹۳۹ء کے موسم سرما میں دو جرمن ماہر طبیعیات ' او، ہان (O-HAHN) اور لزے مائٹ نر (LISE MEITNER) نے اس قسم کے معرکہ خیز نتائج دیکھے انہوں نے دیکھا کہ یورینیم کے جوہروں پر، جو پہلے سے ہی ناپائدار ہیں، نیوٹران کی شدید بوچھاڑ کی جائے تو وہ دو حصوں میں شق ہو جاتے ہیں ان میں ایک حصہ بیریم کا نوات ہوتا ہے اور دوسرا غالباً کرپٹان کا اس عمل سے جو توانائی آزاد ہوتی ہے وہ کسی معلوم نواتی تعامل سے کئی ہزار گنا ہوتی ہے ہم اگلے باب میں بتائیں گے کہ جوہری توانائی کے عملی اطلاق کے سلسلے میں اس قسم کی نواتی تبدیلیوں سے بڑی امیدیں وابستہ ہیں۔

چوتھا باب

کیا جوہری توانائی سے کام لیا جاسکتا ہے؟

توانائی سونے کے مقابلے میں

ہم پچھلے باب میں دیکھ چکے ہیں کہ گذشتہ چند قرنوں میں طبیعیات کی ترقی نے قرونِ وسطیٰ کے کیمیاگروں کے سنہرے خواب کی تجدید کردی ہے۔ اس ترقی نے ایک عنصر کو مصنوعی طور پر دوسرے عنصر میں تبدیل کر دینے کے دلکش امکان کو ٹھوس سائنسی بنیادوں پر کھڑا کردیا۔ فرق صرف یہ ہے کہ ان کیمیاگروں کو تو محض سستی دھاتوں کو قیمتی سونے میں تبدیل کر دینے کی دھن تھی لیکن دورِ حاضر کے سائنس دان سونے کے لیے سرگرداں نہیں بلکہ توانائی کے متلاشی ہیں۔ دراصل مسلسل نواتی عملوں سے توانائی کی جو کثیر مقدار خارج ہو سکتی ہے۔ اس کے مقابلے میں کیمیاگر کا سونا یا اس کی کیمیائی تبدیلیوں کا کوئی ماحاصل نسبتاً بے وقعت ہو کر رہ جاتا ہے۔

مثال کے طور پر اگر لیتھئم کا ایک جوہر پروٹان کے حملے سے شق ہو جائے تو اس سے $۲٫۶۸ \times ۱۰^{-۵}$ ارگ توانائی آزاد ہو جائے گی۔ اگر ایک گرام لیتھئم پروٹانوں کی بوچھاڑ سے مکمل طور پر ہیلئم میں تبدیل ہو جائے تو وہ کل $۲٫۶۵ \times ۱۰^{۱۸}$ ارگ

توانائی خارج کرے گا جس کی قیمت موجودہ حساب کے مطابق سات ہزار پانچ سو ڈالر ہے۔ اگر توانائی کے اس اخراج کے ساتھ ساتھ کچھ سونا یا چاندی بھی حاصل ہو جائے تو کل منافع کا اتنا قلیل حصہ ہوگا کہ اس کی قطعی کوئی اہمیت نہ ہوگی۔ ایک گرام سونے کی قیمت تقریباً ایک ڈالر ہوتی ہے۔

جوہری توانائی کی شرح اخراج

شاید ابھی وہ وقت نہیں آیا کہ ہم ان فنی اور معاشی اثرات کا جائزہ لے سکیں جو جوہری توانائی کے مختلف ذرائع کو بروئے کار لانے سے مرتب ہو سکتے ہیں۔ توانائی کے وجود سے تو ہم سب باخبر ہیں۔ لیکن پچھلے ابواب میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ از خود اور مصنوعی قلب ماہیت کے دوران میں اس توانائی کا اخراج اس قدر آہستہ ہوتا ہے کہ محض اس کی موجودگی کا پتہ لگانے کے لئے نہایت حساس آلات کی ضرورت ہے۔ اس لحاظ سے توانائی کے نواتی خزانوں کی مثال اس وسیع جھیل کی سی ہے جس کی ایک چھوٹی سی نالی کے راستے ایک ہفتے میں پانی کا ایک قطرہ رستا رہتا ہو۔ یہ کوئی دانش مندی کی بات نہیں کہ ہم یہاں بہت بڑا پن چرخاب نصب کریں۔ یہ تو اسی صورت میں ممکن ہو سکتا ہے کہ نالی کو کافی چوڑا کیا جائے اور پانی کو ایک طاقتور دھار کی شکل میں باہر لایا جائے۔

یہ دیکھنے کے لئے کہ آیا جوہری توانائی کے ذرائع کے بارے میں بھی توانائی کے اخراج کے راستے کو چوڑا کرنا ممکن ہے، یہ ضروری معلوم ہوتا

ہے کہ ہم تفصیل کے ساتھ ان خواص پر بحث کریں جن پر نواتی قلب ماہیت کی رفتار کا انحصار ہے۔

باردار گولی نوات پر لگنے کا امکان

فرض کیجئے کہ ہم کوئی نواتی گولی مثلاً پروٹان یا کوئی الفا ذرہ جسے کثیر توانائی بہم پہنچائی گئی ہو، کسی ایسے مادے سے گزارتے ہیں جس کے نوات پر ہم ان کی بوچھاڑ کرنا چاہتے ہیں۔ کیا یہ بات ممکن ہے کہ یہ گولی کسی جوہر کے نوات کے ساتھ براہِ راست جا ٹکرائے؟ ہم جانتے ہیں کہ نوات کا قطر جوہر کے قطر کا دس ہزارواں حصہ ہے۔ اس لئے ہدف کی حیثیت سے نوات کا رقبہ جوہر کا دس کروڑواں حصہ ہے (قطروں کی نسبت کا مربع)۔ چونکہ ہمارے پاس ایسا کوئی ذریعہ نہیں کہ گولی کو عین ہدف پر پھینک سکیں اس لئے ذرہ واقع کو اوسطاً دس کروڑ جوہروں سے گزرنا پڑے گا تب کہیں جاکر نوات کے ساتھ تصادم ممکن ہوگا۔ اب جوہروں کی اس کثیر تعداد سے گزرتے ہوئے ہماری گولی کی رفتار کم ہوتی جائے گی اور وہ گردش کرتے ہوئے الیکٹرانوں کے ساتھ برقی تعامل[1] کر کے اپنی توانائی ضائع کرتی جائے گی اور زیادہ امکان یہی ہے کہ وہ نوات کے ساتھ متصادم ہونے سے پہلے ہی بالکل ساکن ہو جائے۔

---

[1] اس تعامل کے دوران میں جو جوہران ذرات کے راستے میں آجاتے ہیں ان کے بدان بن جاتے ہیں اور ابر خانے میں ایک مرئی لیک سی بن جاتی ہے۔

حقیقت تو یہ ہے کہ شکست و ریخت کے کلاسیکی تجربات میں استعمال ہونے والے الفا ذرات اور جدید ہائی ٹینشن جنریٹروں میں پیدا کئے ہوئے پروٹان صرف ایک لاکھ جوہروں سے گزرنے کے بعد ہی رک جاتے ہیں۔ اس سے ظاہر ہے کہ اپنی توانائی کھو دینے سے پیشتر نوات کے ساتھ کسی ذرے کے ٹکرانے کا امکان ہزاروں میں صرف ایک ہے۔ ($\frac{100000}{100000000}$) جس کے معنی یہ ہیں کہ اگر کسی شے پر ایک ہزار ذرات برسائے جائیں تو ان میں سے صرف ایک نشانے پر بیٹھے گا۔ نوات جوہری الیکٹرانوں کی دبیز تہوں میں لپٹا ہوا ہے۔ اس پر ذرہ باری کی مثال ایسی ہے جیسے ریت کی بوریوں کا ایک بہت بڑا انبار ہو جن میں اخروٹ چھپے ہوتے ہوں اور ہم مشین گن کی گولیاں برسا کر اخروٹ توڑنا چاہیں۔

اس سے ظاہر ہے کہ جو گولی عین نوات کے ساتھ ٹکرائے گی وہ اسے پھاڑ سکتی ہے اور جوہری توانائی کی اتنی کثیر مقدار آزاد کر سکتی ہے جو تصادم کی توانائی سے کئی گنا ہو۔ اس کے باوجود توانائی کی جو کل مقدار حاصل ہو گی وہ ان ہزار گولیوں کی لاگت کی تلافی نہیں کر سکتی جو اپنے ہدف پر نہیں لگ سکیں گی۔ البتہ یہ صحیح ہے کہ اگر ہم ان گولیوں کی ابتدائی توانائی بڑھا دیں تو ہر گولی پہلے سے زیادہ جوہروں میں گھس سکتی ہے۔ بعض کائناتی شعاعوں کے ذرات میں کئی ارب وولٹ توانائی ہوتی ہے۔ اس کثیر المقدار توانائی کے حامل ذرات استعمال کر کے بھی حاصل کردہ توانائی کی مجموعی مقدار نامناسب حد تک کم ہو گی۔

شاید آپ یہ سوچ رہے ہوں گے کہ اس مشکل کا سہل حل یہ ہے کہ نواتوں کو الیکٹرانوں کے گھیروں سے محروم کر دیا جائے اور پھر اس قسم کے

"برہنہ" نواتوں پر گولیوں کی بوچھاڑ کی جائے۔ لیکن یہ بالکل ناقابلِ عمل طریقہ ہے الیکٹران نواتوں کے بار کی تعدیل کرتے ہیں اور اگر نوات ان الیکٹرانوں سے محروم کر دیے جائیں تو وہ ایک دوسرے کو اس قدر شدید قوت سے دھکیلیں گے کہ الیکٹران سے محروم مادے کی ایک مکعب سم مقدار کو پیوستہ رکھنے کے لئے کروڑہا کے دباؤ سے کئی ارب گنا دباؤ درکار ہوگا۔ اس دباؤ کی شدت کا اندازہ اس بات سے ہو سکتا ہے کہ اگر چاند زمین کی سطح پر رکھ دیا جائے تو اس کا وزن اس دباؤ کے مساوی ہوگا۔ اتنا زیادہ دباؤ کسی طریقے سے بھی حاصل کرنا ممکن نہیں۔

نواتی قلعے میں داخل ہونا۔

آئیے، اب ہم اس خوش قسمت ذرے کا حال دیکھیں جو جوہروں کے ساتھ رگڑ کھا کر اپنی تمام توانائی کھو دینے سے پیشتر نوات تک پہنچ جاتا ہے۔ کیا یہ ذرّہ لازماً نوات میں گھس جائے گا اور اس سے متوقع قلبِ ماہیت ہو سکے گی؟ اس کا جواب پھر نفی میں ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جوہر کے نوات بیرونی ذرات کی فصیل اندازی کے خلاف پوری طرح قلعہ بند ہوتے ہیں۔ جوں جوں حملہ آور ذرہ نوات کی حدود کے قریب آتا ہے توں توں ذرے اور نوات کے برقی بار کے درمیان دفع کی قوتیں بڑھتی جاتی ہیں۔ اس بات کا قوی امکان ہے کہ یہ قوتیں حملہ آور ذرے کو واپس لوٹا دیں اور وہ محض بکھر کر رہ جائے۔ پس ظاہر ہے کہ جو ذرات ٹھیک نشانے پر بیٹھتے ہیں ان میں سے بھی ایک قلیل تعداد ان دافع قوتوں کی مزاحمت کا مقابلہ کر کے نوات کے اندر داخل ہونے میں کامیاب ہوتی ہے۔

کلاسیکی میکانیات کے نقطۂ نظر سے اس عمل کو تفصیلاً سمجھنا کافی مشکل ہے جس سے حملہ آور ذرّات جوہری نوات کی رکاوٹیں عبور کرتے ہیں۔ یہی دقت الفا ذرات کے اخراج کے بارے میں بھی پیش آئی تھی اور اس کا حل بھی جدید کوانٹم نظریے کے اطلاق ہی سے ممکن ہوا تھا۔ ۱۹۲۸ء میں اس کتاب کے مصنف نے کوانٹم میکانی حساب کے استعمال سے ایک سادہ فارمولا وضع کیا تھا۔ اس کے ذریعے ہم اُن "گولیوں" کا تناسب معلوم کر سکتے ہیں جو نواتی قلعے کے اندر داخل ہوتی ہیں۔ اس فارمولے کا انحصار اس نوات کے بار پر ہے جسے نشانہ بنایا جاتا ہے اور حملہ آور ذرّے کے بار، کمیت اور توانائی پر بھی ہے۔

اس فارمولے سے خاص طور پر یہ بات واضح ہوتی ہے کہ جوں جوں اُس عنصر کا جوہری نمبر یا نوات کا بار بڑھتا جاتا ہے۔ جس پر ذرہ باری کی جائے، توں توں نوات کے اندر داخل ہونے کا امکان کم ہوتا چلا جاتا ہے۔ اس سے یہ بات سمجھ میں آ جاتی ہے کہ الفا ذرات اور پروٹانوں کی بوچھاڑ سے صرف ہلکے عناصر ہی میں کیوں شکست وریخت کا عمل واقع ہوتا ہے۔ اس کے برعکس حملہ آور ذرات کی توانائی بڑھانے سے ان کی کارکردگی میں بڑی تیزی سے اضافہ ہوتا ہے اور بہت زیادہ توانائی پر براست ضرب سے جوہر ٹوٹ پھوٹ جاتا ہے۔ یہ توانائی تقریباً کیلئے اڑھائی کروڑ وولٹ، لوہے کے لئے پانچ کروڑ وولٹ اور سیسے کے لئے دس کروڑ وولٹ ہوتی ہے۔

نمکی شگاف کے ذریعے نواتوں کی شکست وریخت

بعض اوقات نسبتاً کم توانائی والے حملہ آور ذرات بھی نوات کے اندر داخل

ہونے میں سو فیصد کامیاب ہو جاتے ہیں۔ یہ تبھی ممکن ہوتا ہے جب نواتی قلعے کی حفاظتی دیواروں میں کہیں کوئی کمزور مقام یا چور دروازہ ہو جسے علمی زبان میں "گمگی شگاف" کہتے ہیں۔ گرنے (GURNEY) نے یہ ثابت کیا کہ نوات پر حملے کے دوران میں اگر حملہ آور ذرات کی توانائی اس نوات کے اندر کسی ایک ہم آہنگ ارتعاش (HARMONIC VIBRATION) کی توانائی کے مساوی ہو تو حملہ آور ذرات کے لئے حفاظتی دیواروں کے پار جانا کافی حد تک آسان ہو جاتا ہے۔ نوات کے اندر یہ ہم آہنگ ارتعاش اس ارتعاش سے مشابہ ہوتا ہے جو گھنٹی یا سریلے دو شاخے (TUNNING FORK) پر ہتھوڑی مارنے سے پیدا ہوتا ہے۔ چونکہ یہ گمگ (RESONANCE) عام میکانی گمگ سے مشابہ ہوتا ہے۔ اس لئے اسے نواتی گمگ (NUCLEAR RESONANCE) کہتے ہیں۔ عام گمگ میں بھی اگر مرتعش جسم پر ایک مخصوص وقت میں یکے بعد دیگرے ضربیں لگائی جائیں تو اس کا حیطۂ ارتعاش (AMPLITUDE) بڑی تیزی سے بڑھتا چلا جاتا ہے۔

مختلف نواتی عملوں کے مطالعہ سے یہ واضح ہوتا ہے کہ حقیقتاً بہت سے نواتوں میں گمگی شگاف موجود ہوتے ہیں اور اگران پر عین موزوں توانائی والے ذرات کی بوچھاڑ کی جائے تو وہ بہت آسانی سے پھٹ جاتے ہیں۔ کئی حالتوں میں گمگی شگافوں کے راستے نوات پر حملہ کرنے سے شکست و ریخت کے امکانات پہلے سے سو گنا حتیٰ کہ ہزار گنا تک ہو جاتے ہیں۔ اس موقع پر ہم یہ حقیقت نظر انداز نہیں کر سکتے کہ اگرچہ ہم کثیر توانائی یا توانائی کی مخصوص موزوں مقدار استعمال کر کے شکست و ریخت کے امکانات بہت زیادہ بڑھا سکتے ہیں لیکن یہ

کامیابی راست تصادم ہونے کے بعد ہی ممکن ہو سکتی ہے اور راست تصادم کے بارے میں ہم یہ واضح کر چکے ہیں کہ ایک ہزار میں اس قسم کا صرف ایک تصادم واقع ہوتا ہے۔ اس کے معنی یہ ہیں کہ ان تمام ذرائع کے استعمال کے باوجود کامیابی کے امکانات کچھ زیادہ روشن نہیں۔

اس سے ظاہر ہے کہ تیز رفتار باردار ذرّات سے نوات کی قلب ماہیت میں کامیابی کا تناسب لازماً بہت کم ہوتا ہے۔ اگرچہ سائنسی نقطۂ نظر میں یہ عمل بڑے دلچسپ ہیں لیکن عملی طور پر ان کا فائدہ نہ ہونے کے برابر ہے۔

نیوٹرانوں کی بوچھاڑ

نوات پر بوچھاڑ کے لئے باردار نواتی گولیوں کے برعکس نیوٹران زیادہ موثر ذرات ہیں۔ اول تو نیوٹران بالکل بے بار ہوتے ہیں اس لئے توانائی ضائع کئے بغیر جوہروں کے خول میں گھس جاتے ہیں۔ دوسرے جب وہ نوات کے ساتھ ٹکراتے ہیں تو دافع قوتوں کے اثر سے پیچھے نہیں ہٹتے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اگر کسی مادے کی ایک دبیز تہہ پر نیوٹرانوں کی بوچھاڑ کی جائے تو دیر سویر ہر نیوٹران کی راہ میں ایک نوات آجائیگا اور وہ اسمیں نفوذ کر جائیگا۔

چونکہ نیوٹران میں نفوذ کرنے اور باسانی گرفتار[1] ہونے کی خاصیت پائی جاتی

---

[1] ہم پچھلے باب میں دیکھ چکے ہیں کہ جب نیوٹران نوات میں داخل ہوتا ہے تو عام طور پر وہیں رہ جاتا ہے اور اپنی بجائے ایک پروٹان یا الفا ذرہ خارج کرتا ہے یا بالآخر اپنی زائد توانائی گاما شعاعوں کے ذریعے زائل کر دیتا ہے۔

ہے۔ اس لئے آزاد نوعیت کے کسی نیوٹران کا وجود نہیں ملتا اور نہ "نیوٹیریم" نامی کوئی عنصر کہیں پایا جاتا ہے۔ یہ امر بھی قابل غور ہے کہ آزاد نیوٹران نصف گھنٹے سے زیادہ عرصہ اپنی ہیئت برقرار نہیں رکھ سکتا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ بنیادی طور پر ایک ناپائدار ذرہ ہونے کے باعث یہ بہت جلد آزاد منفی بار یا عام الیکٹران خارج کر کے خود ایک پروٹان (مثبت باردار ذرہ) کی صورت اختیار کر لیتا ہے۔

نیوٹران عام نواتوں کے اندر پائے جاتے ہیں ہمیں بوچھاڑ کے لئے نیوٹران حاصل ہوں تو انہیں نواتوں سے باہر نکالنا ضروری ہے یہ کام نواتوں پر پروٹان یا الفا ذرات برسانے سے ہی کیا جا سکتا ہے۔ لیکن اگر پروٹان یا الفا ذرات کے حملے سے نواتے سے صرف ایک ہی نیوٹران خارج ہوتا ہو تو ہمیں کئی ہزار حملہ آور ذرات درکار ہوں گے اور ہمیں پھر اسی ابتدائی مشکل کا سامنا کرنا پڑے گا

اضعافی نواتی تعامل

اوپر کے مباحث سے یہ واضح ہو گیا ہے کہ نیوٹران کے استعمال سے مفید نتائج پیدا کرنے کا صرف ایک ہی ذریعہ ہے اور وہ یہ ہے کہ ہم ایسا نواتی عمل معلوم کریں جس میں نیوٹران پیدا بھی ہوتے ہوں۔ یعنی جب کوئی نیوٹران کسی نواتے سے ٹکرائے تو اس نواتے سے دو یا زیادہ تازہ نیوٹران خارج کردے اور یہ نیوٹران دوسرے نواتوں سے تصادم کے بعد مزید نیوٹران پیدا کرتے چلے جائیں۔ گویا نیوٹرانوں کی تعداد ہندسی تناسب سے بڑھتی چلی جائے۔ اگر ایسا ممکن ہو جائے تو ہمارا مسئلہ حل ہو جاتا ہے۔ یہ صورتِ حال نسلِ انسانی کی

افزائش سے مشابہ ہے۔ جس طرح دنیا کی آبادی صرف اسی صورت میں بڑھ سکتی ہے کہ ہر خاندان میں اوسطاً دو سے کم بچے پیدا نہ ہوں اسی طرح نیوٹرانوں کی افزائش کے لئے بھی یہ ضروری ہے کہ سابقہ نسل کا ہر نیوٹران نوات سے تصادم کے بعد کم از کم دو نئے نیوٹران پیدا کرے۔

۱۹۳۹ء تک یہ خیال کیا جاتا تھا کہ عام طور پر اس قسم کا اضعافی عمل قدرتی طور پر وقوع پذیر نہیں ہوتا۔ نواتی عملوں کے دوران جب ایک ذرّہ نوات میں داخل ہوتا ہے تو اس سے صرف ایک ہی ذرہ خارج ہو سکتا ہے، لیکن جیسا کہ پچھلے باب میں واضح کیا گیا ہے۔ ہان اور مائنٹ نر نے حال ہی میں یورینیم اور تھوریم پر نیوٹرانوں کی بوچھاڑ کر کے یہ ثابت کر دیا ہے کہ ان عناصر کے نوات دوسرے عناصر سے نسبتاً کافی کمزور ہیں۔ جب ان عناصر کے نوات کے ساتھ نیوٹرانوں کا تصادم ہوتا ہے تو یہ دو بڑے حصوں میں تقسیم ہو جاتے ہیں۔ اس انشقاق کے دوران میں نوات کے دو تین یا بعض اوقات چار چھوٹے چھوٹے اجزا نیوٹرانوں کی صورت میں خارج ہو جاتے ہیں۔ یہ بعینہٖ وہ اضعافی عمل ہے جس کی ہمیں تلاش تھی اس سے ظاہر ہے کہ اس قسم کے نواتی عملوں کے تسلسل سے جوہری توانائی کی بے حد و حساب مقدار حاصل کرنے کا امکان موجود ہے۔

لیکن یہاں فوراً ہی ذہن میں دو سوال ابھرتے ہیں۔ اول یہ کہ جب ہم تجربہ گاہوں میں یورینیم کے ایک ٹکڑے پر نیوٹرانوں کی بوچھاڑ کرتے ہیں تو یہ ایک دم پھٹ کیوں نہیں جاتا۔ اور تجربہ کرنے والوں کے علاوہ سینکڑوں میل کے اندر ہر ذی روح کو صفحۂ ہستی سے مٹا کیوں نہیں دیتا؟ نظری طور پر اس قسم کے اضعافی

عمل کو ایک دفعہ شروع ہونے کے بعد ہیبت ناک دھماکے کی صورت اختیار کرلینی چاہئے۔ یورینیم کے ہر گرام میں ۲۰ ارگ توانائی ہوتی ہے اور توانائی کی یہ مقدار ایک ٹن ڈائنامائٹ کے پھٹنے سے پیدا ہوتی ہے۔ اگر توانائی کی وہ کثیر مقدار جو یورینیم کے جوہروں میں پوشیدہ ہے سیکنڈ کے ایک قلیل حصے میں ایک دم خارج ہو جائے تو ظاہر ہے کہ کس قدر شدید دھماکا ہوگا۔

اس سوال کا ایک جواب یہ ہے کہ تجربہ گاہوں میں استعمال ہونے والا عام یورینیم "گیلا" ہوتا ہے۔ عام معنوں میں گیلا نہیں بلکہ اس لحاظ سے گیلا ہوتا ہے کہ اس میں غیر عامل مادے کا بہت سا جزو ملا ہوتا ہے جیسے کوئی لکڑی پانی سے سیر ہوتی ہے (لکڑی جلنے والا مادہ ہے۔ لیکن پانی جلنے کے عمل کو روکتا ہے۔ مترجم) یہ غیر عامل جزو نوزائیدہ نیوٹرونوں کو جذب کر لیتا ہے اور وہ کوئی مفید کام انجام نہیں دے سکتا عام یورینیم دو ہم جاؤں کا آمیزہ ہے، یورینیم ۱ اور یورینیم ۲ ——— پہلے کا جوہری وزن ۲۳۸ ہے اور دوسرے کا ۲۳۵۔ ہلکا ہم جا، یورینیم ۲۳۵ اس آمیزے میں صرف ۰.۷ فیصد ہوتا ہے۔ ہمیں یہ یقینی طور پر معلوم ہے کہ یہی وہ ہم جا ہے جس کے انشقاق کے دوران میں بہت زیادہ نیوٹران خارج ہوتے ہیں۔ وزنی ہم جا آمیزے کا ۹۹.۳ فیصد ہوتا ہے۔ جو نیوٹران اس پر گرتے ہیں یہ انہیں جذب کر لیتا ہے۔ لیکن انشقاق کے ذریعے توانائی خارج کرنے کی بجائے یہ نیوٹرانوں کو اپنے اندر روک لیتا ہے اور زائد توانائی گاما اشعاع کی صورت میں خارج کر دیتا ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ جو نیوٹران پیدا ہوتے ہیں ان میں سے بہت کم تعداد اضافی عمل میں حصہ لیتی ہے۔ اگر ہم چاہیں کہ یہ عمل

مسلسل جاری رہے تو ہلکے ہم جا کو وزنی ہم جا سے علیحدہ کرنا ضروری ہے۔ تجرباتی طبیعیات کے پیش نظر یہ کام ناممکن نہیں تو کم سے کم بے حد دشوار ضرور ہے۔ ہم جا کو علیحدہ کرنے کی جدید ٹیکنیک یہ ہے کہ انہیں پے در پے کسی مادے سے گزارا جاتا ہے۔ اس طرح ہر نفوذ کے بعد ہلکے ہم جا کی مقدار آہستہ آہستہ بڑھتی جاتی ہے[1]۔

اس وقت بہت سی تجربہ گاہوں میں یورینیم کے ہم جا علیحدہ کرنے پر تحقیق ہو رہی ہے اور جلد ہی اس سے نہایت دلچسپ نتائج کی توقع ہے[2] (دیکھئے ضمیمہ صفحہ ۲۸۰) اس بات کا کوئی خدشہ نہیں کہ جس تجربہ گاہ میں سب سے پہلے یورینیم ۲ (ہلکا ہم جا) نہایت مرتکز صورت میں حاصل کیا جائے گا۔ وہ اردگرد کی آبادی سمیت بھک سے ہوا میں اڑ جائے۔ امکان یہ ہے کہ یورینیم کے ہلکے ہم جا کے ارتکاز میں اضافے کے ساتھ جوہری توانائی کے اخراج میں اضافہ نسبتاً آہستہ ہوگا اور اس سے پیشتر کہ اس طرح پیدا ہونے والی حرارت خطرناک حد تک زیادہ ہو جائے۔ علیحدگی کے عمل کو بروقت روک

---

[1] مسام دار دیواروں میں نفوذ پذیری کی رفتار کا انحصار جوہری وزن کے اختلاف پر ہے۔ جو ہم جا ہلکا ہوتا ہے وہ جلدی گزر جاتا ہے لیکن یورینیم کے دونوں ہم جاؤں کے جوہری اوزان میں بالکل معمولی سا فرق ہے (ایک فیصد سے بھی کم) اسلئے یہ بہت آہستہ آہستہ علیحدہ

[2] ۱۵ مارچ ۱۹۴۰ء کو انہیں علیحدہ کرنے کا اعلان ڈاکٹر اے۔ نیر، ای ٹی بوتھ، جے۔ آر ڈننگ اور اے۔ وی گروس نے کیا۔ لیکن وہ نہایت قلیل مقدار یعنی ۱۰۰۰۰۰۰۰۶ گرام علیحدہ کرنے میں کامیاب ہوئے۔

دیا جائے گا تاکہ دھماکے کا کوئی خدشہ نہ رہے[1]۔ ہمیں امید رکھنی چاہیئے کہ ایسی خطرناک صورت حال پیش نہیں آئے گی۔

اگر ہم یہ چاہیں کہ نیوٹران کی افزائش کا یہ عمل اپنے آپ جاری رہے تو دوسرا اہم مسئلہ یورینیم کی مقدار کا ہے۔ اگر یورینیم کا ایک چھوٹا ٹکڑا استعمال کیا جائے تو اس کے اندر جو نیوٹران پیدا ہوں گے ان میں سے بیشتر نوات کے ساتھ ٹکرانے سے پہلے ہی سطح سے باہر نکل جائیں گے اور یہ اضعافی کا عمل رک جائے گا۔ اس کی مثال یوں ہو گی جیسے کسی قبیلے کے کم عمر افراد قریب کے جنگلات میں مسلسل گم ہوتے رہیں تو اس قبیلے کی آبادی میں کوئی اضافہ نہیں ہو گا۔ چونکہ نیوٹران کو بیرونی فضا میں نکل بھاگنے سے کوئی چیز روک نہیں سکتی اس لئے یہ نہایت ضروری ہے کہ یورینیم کا اتنا بڑا ٹکڑا استعمال کیا جائے کہ نوزائیدہ نیوٹران اس کی سطح پر آنے سے پیشتر لازماً کسی نوات سے متصادم ہو سکیں۔ لیکن اس مقصد کے لئے یورینیم ۲۳۵ کے کئی پاؤنڈ درکار ہوں گے اور اتنی مقدار حاصل کرنا خاص طور پر علیحدہ ہم جاکی صورت میں، کوئی آسان کام نہیں۔

یورینیم کی توانائی کی قیمت

---

[1] یہ عمل خود بخود واقع ہو گا کیوں کہ اس تعامل سے جو درجۂ حرارت حاصل ہو گا اس پر وہ تمام برتن پگھل جائیں گے جن میں علیحدگی کا عمل ہو رہا ہو گا۔ نواتی دھماکا شروع ہونے کیلئے نیوٹرانوں کا کوئی خاص منبع درکار نہیں ہو گا۔ اس کے قریب سے بیشمار نیوٹران گزر رہے ہوتے ہیں (مثلاً کائناتی شعاعوں میں) اور وہ کسی وقت بھی اسکے لئے فلیتے کا کام دے سکتے ہیں۔

یورینیم اور تھوریم کی جوہری توانائی کو استعمال میں لانے کی راہ میں دو مشکلات حائل ہیں۔ اول مطلوبہ ہم جا کو وسیع پیمانے پر علیحدہ کرنا، دوم، عامل نیوٹرانوں کو باہر نکلنے سے روکنا۔ فرض کیجئے کہ کوئی ٹیکنیکل ماہران دونوں مشکلات پر قابو پالے اور ہمیں یورینیم کو انجنوں میں بطور ایندھن استعمال کرنے کا طریقہ بھی معلوم ہو جائے تو سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ اس توانائی کی قیمت کیا ہوگی؟

یورینیم کوئی سستی دھات نہیں۔ موجودہ قیمت کے لحاظ سے ایک پاؤنڈ یورینیم آکسائڈ، جس میں ۹۵ ٪ خالص یورینیم ہوتا ہے، تقریباً دو ڈالر میں آتا ہے۔ اس قیمت پر کوئلے کی کان سے ایک ٹن کوئلہ مل سکتا ہے۔ چونکہ یورینیم کا صرف ۷ء حصہ نیوٹرانوں کی افزائش میں حصہ لیتا ہے اس لئے ایک پاؤنڈ یورینیم آکسائڈ سے جو توانائی حاصل ہوگی، اس کی مقدار ۳×۱۰^{۱۸} ارگ ہوگی۔ اس کے برعکس اس قیمت کا ایک ٹن یا نوے لاکھ گرام کوئلہ صرف ۳×۱۰^{۱۷} ارگ توانائی خارج کرے گا اس کا مطلب یہ ہے کہ یورینیم سے حاصل شدہ توانائی کوئلے کے مقابلے میں دس گنا سستی ہوگی۔

لیکن یہ امر بھی قابلِ غور ہے کہ توانائی حاصل کرنے کے لئے اگر کوئلے کی بجائے صرف یورینیم ہی استعمال ہونے لگے تو خرچ کی موجودہ رفتار کے مطابق ہماری زمین کا تمام یورینیم سو سال سے بھی پہلے ختم ہو جائے گا۔

تلخیص - جوہر کی ساخت

آئیے اب ہم ان نتائج کا اعادہ کرلیں جن پر ہم پچھلے تین ابواب میں

پہنچے ہیں۔ سب سے پہلے ہم نے یہ دیکھا کہ مادہ جو روزمرہ کے مشاہدے میں بظاہر یک جان معلوم ہوتا ہے۔ درحقیقت نہایت ہی چھوٹے چھوٹے ذرات پر مشتمل ہے جسے سائنس داں سالمات کہتے ہیں۔ مادے کے یہ اجزائے ترکیبی کسی خوردبین سے بھی دیکھے نہیں جا سکتے۔ ان کے وجود اور خواص کے مطالعے کے لئے جدید طبیعیات کے محنت طلب اور دقیق طریقے استعمال کئے جاتے ہیں۔

مثال کے طور پر ایک مکعب انچ پانی میں .... ۶ (۲۴ صفر) سالمات ہوتے ہیں۔ اپنی اندرونی حرارت کے سبب یہ ایک بے ترتیب اور متواتر حرکت میں مصروف رہتے ہیں۔ جیسے شکاری نے تازہ پکڑی ہوئی مچھلیاں ٹوکری میں رکھی ہوں۔ جوں جوں مادہ سرد ہوتا جاتا ہے سالمات کی یہ حرکت سست ہوتی جاتی ہے۔ اگر درجۂ حرارت صفر سے ۴۵۹° ف کم ہو جائے تو یہ بے قرار سالمات بالکل ساکن ہو جاتے ہیں۔ اس کے برعکس درجۂ حرارت بڑھانے سے ان کی حرکت تیز سے تیز تر ہوتی جاتی ہے اور بالآخر وہ ایک دوسرے سے جدا ہو جاتے ہیں۔ ہم کہتے ہیں کہ سالمات اب گیس یا بخارات کی شکل اختیار کر گئے ہیں۔ اس حالت میں سالمات آزادانہ ادھر اُدھر گھومتے اور ایک دوسرے کے ساتھ ٹکراتے رہتے ہیں۔

دنیا میں مختلف کیمیائی اشیاء کی جتنی تعداد پائی جاتی ہے اتنی ہی قسم کے سالمات ہوتے ہیں اور ظاہر ہے کہ اشیاء کی تعداد لاکھوں تک جا پہنچتی ہے۔ اگر ہم کسی سالمے پر گہری نظر ڈالیں تو معلوم ہوتا ہے کہ وہ ہمیشہ نسبتاً چھوٹے ذرات یعنی جوہروں کے ملنے سے بنتا ہے۔ خالص کیمیائی عناصر کی

تعداد ۹۲ ہے۔ اس لئے اتنی ہی اقسام کے جوہر ہوتے ہیں ان جوہروں کے مختلف اقسام کے امتزاج سے لاتعداد پیچیدہ مرکبات بنتے ہیں جن سے ہر ماہرِ کیمیا واقف ہے۔ ہر کیمیائی عمل کے دوران پیچیدہ مرکبات کے جوہروں کی ترتیب بدل جاتی ہے اور ایک مرکب کسی دوسرے مرکب میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ قرونِ وسطیٰ کے کیمیاگروں کی کوششوں کے علی الرغم ایک جوہر دوسرے جوہر میں تبدیل نہیں ہو سکتا۔ اس سے ماہرینِ کیمیا نے یہ غلط نتیجہ اخذ کر لیا کہ جوہر سادہ ترین اور ناقابلِ تقسیم ذرات ہیں جیسا کہ ان کے یونانی نام کے مفہوم سے ظاہر تھا۔

پچھلی صدی تک یہی نقطۂ نگاہ رائج رہا۔ لیکن طبیعیات کے ارتقاء نے اس کی تکذیب کردی۔ اب ہم جانتے ہیں کہ جوہر حقیقتاً ایک پیچیدہ میکانی نظام ہے جس کے مرکز میں نوات ہوتا ہے اور جس کے گرد برقی قوتوں کے اثر سے الیکٹرانوں کا ایک جھنڈ محوِ گردش ہے۔ اب جوہر کی بجائے اس نوات کو ناقابلِ تقسیم سمجھا جانے لگا لیکن دیموقریطس کے نظریات کا یہ آخری حصار بھی مادے کے دبلے پتلے محقق، لارڈ ردرفورڈ کے حملے کی تاب نہ لا سکا۔

اس نے ۱۹۱۹ء میں پہلی بار الفا ذرات کی بوچھاڑ سے نائٹروجن کا جوہر پھوڑ دیا۔ اگلے بیس سال میں نواتی طبیعیات نے بے حد ترقی کی۔ بےشمار نواتی عمل کئے گئے اور ان کا تفصیلی مطالعہ کیا گیا۔ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ چند سال پہلے جوہر کے بارے میں جو کچھ ہمیں معلوم تھا اب ہم اس سے کہیں زیادہ نوات کا حال جانتے ہیں۔

نواتی عمل اور عام کیمیائی عمل میں دو بنیادی فرق ہیں۔ اول یہ کہ نواتی تبدیلیوں میں بے حساب جوہری توانائی خارج ہوتی ہے اور دوسرے یہ کہ وسیع پیمانے پر ان کی تخلیق میں بڑی مشکلات کا سامنا ہوتا ہے چونکہ نواتوں کے گرد الیکٹرانوں کے خول کی دبیز تہ موجود ہے۔ اس لئے جو ذرات ان پر تیزی سے برسائے جاتے ہیں ان کا قلیل حصہ ٹھیک نشانے پر بیٹھتا ہے۔ پھر اُن ایک ہزار ذرات میں سے جو ٹھیک نشانے پر بیٹھتے ہیں غالباً صرف ایک ذرہ مطلوبہ تبدیلی پیدا کرنے میں کامیاب ہوتا ہے۔ اگرچہ یہ صحیح ہے کہ پچھلے چند سال میں نیوٹران اور اس کے استعمال سے اضعافی عملوں کے انکشاف نے یہ امید پیدا کر دی ہے کہ جوہر کی اندرونی توانائی کے خزانوں کو صنعتی طور پر استعمال میں لایا جا سکے لیکن ابھی تک یہ محض ایک امید ہے۔

اگرچہ یورینیم اور تھوریم کے نواتوں کی انشقاق پذیری کی خاصیت کا مطالعہ ہمیں اس مسئلے کے حل کے قریب لے آیا لیکن ناپائداری کی یہ خاصیت صرف انہی دو عناصر میں پائی جاتی ہے۔ علاوہ ازیں یہ عناصر دنیا میں بہت قلیل مقدار میں پائے جاتے ہیں۔

ہم آئندہ ابواب میں بحث کا رخ پھر سورج کی طرف موڑیں گے اور یہ واضح کیا جائے گا کہ اگر عام عناصر پہ تیز رفتار ذرات کی شدید بوچھاڑ کی جائے تو پھر بھی وہ اپنی پوشیدہ توانائی کو جدا نہیں کرتے۔ البتہ اگر درجۂ حرارت بہت زیادہ ہو تو ان عناصر میں وسیع پیمانے پر تبدیلیاں پیدا کی جا سکتی ہیں۔ لیکن تجربہ گاہوں میں مطلوبہ درجۂ حرارت حاصل

حاصل کیا ہی نہیں جا سکتا۔ آئندہ ہم یہ بھی دیکھیں گے کہ اسی قسم کی تبدیلیاں سورج کی حرارت اور روشنی کی کلیتاً ذمہ دار ہیں اور آسمان کے تمام ستاروں کی توانائی کا اشعاع انہیں کا مرہون ہے۔

پانچواں باب

سُورج کی کیمیا

جوہری توانائی اور سُورج کی حرارت

سورج کے اشعاع کے ماخذ کیا ہیں؟ اس قدیم معمے کا حل شاید انہی نواتی تبدیلیوں میں ہے جن کی وجہ سے توانائی کی بے حد و حساب مقدار خارج ہوتی ہے۔ ہم پہلے بیان کر چکے ہیں کہ ان نواتی عملوں میں جن سے ایک عنصر دوسرے عنصر میں تبدیل ہو جاتا ہے، عام کیمیائی عملوں کے مقابلے میں کئی لاکھ گنا توانائی خارج ہوتی ہے۔ اگر سورج کوئلے کا بنا ہوا ہوتا تو پچاس یا ساٹھ صدیوں میں بالکل جل جاتا۔ لیکن اگر وہ اپنی توانائی جوہری ماخذ سے حاصل کرتا ہے تو اربوں سال تک جوان اور توانا رہ سکتا ہے۔

لیکن ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ عام تاب کار عناصر مثلاً یورینیم یا تھوریم قدرت میں اتنی کثرت سے نہیں پائے جاتے کہ وہ سورج کی کثیر توانائی کی توضیح کر سکیں[1] اس سے ہم اس کے سوا کسی نتیجے پر نہیں پہنچتے کہ یہ توانائی عام پائدار عناصر کی

---

[1] تاہم ان عناصر کی اتنی مقدار ضرور موجود ہے کہ ان کی حرارت سے کرہ ارض کا اندرونی حصہ ابھی تک گرم پگھلے ہوئے لاوے کی صورت اختیار کئے ہوئے ہے۔

قلب ماہیت سے پیدا ہوتی ہے۔ اس لئے ہمیں سورج کے اندرونی حصے کو کیمیاگری کی ایک بہت بڑی قدرتی تجربہ گاہ تصور کرنا چاہئے جس میں عناصر کی قلب ماہیت اسی سہولت سے ہو رہی ہے جس سے دنیا کی تجربہ گاہوں میں عام کیمیائی عمل واقع ہوتے ہیں۔

اب دیکھنا یہ ہے کہ توانائی کے اس کائناتی کارخانے میں کن سہولتوں کے باعث اتنے وسیع پیمانے پر نواتی تبدیلی واقع ہو رہی ہے جس کے نتیجے میں جوہری توانائی کی یہ کثیر مقدار خارج ہو رہی ہے۔ ہم پہلے باب میں یہ واضح کر چکے ہیں کہ سورج کے اندرونی حصے کی طبیعی حالت کی سب سے بڑی خصوصیت یہ ہے کہ اس کا درجۂ حرارت بہت ہی زیادہ ہے۔ اتنا زیادہ کہ اسے زمین پر حاصل کرنا ناممکن ہے۔ کہیں یہی اونچا درجۂ حرارت ان نواتی تبدیلیوں کی کثرت کا باعث تو نہیں جو سورج کے اندرونی حصے میں واقع ہو رہی ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ سالمات کے درمیان عام کیمیائی عمل حرارت کے اثر سے جلدی وقوع پذیر ہو جاتے ہیں اگر لکڑی یا کوئلے کا ٹکڑا کسی بھٹی میں رکھ کر کئی سو درجے تک گرم کرنے سے جلنے لگتا ہے تو کوئی وجہ نہیں کہ اگر سورج کے اندرونی حصے میں مادے کو لاکھوں درجے تک گرم کیا جائے تو وہ بھی نواتی نقطۂ نظر سے جلنے نہ لگے۔

حرنواتی عمل

اس اہم سوال کا جواب ۱۹۳۹ء میں دو نوجوان سائنس دانوں نے

رابرٹ ایٹ کنسن (ROBERT ATKINSON) اور فرٹز ہوٹر مینز (FRITZ - HOUTERMANS) نے پیش کیا۔ ان کی پیش کردہ وضاحت یہ تھی کہ سورج کے اندرونی حصے کے بلند درجۂ حرارت پر مادی ذرات کی حرکی توانائی اتنی زیادہ ہو جاتی ہے کہ ان کی بے قاعدہ حرکت کے دوران میں جو شدید باہمی تصادم واقع ہوتے ہیں وہ نواتوں کے لئے اتنے ہی مہلک ثابت ہوتے ہیں۔ جتنی عام تجربات میں برسائی جانے والی جوہری گولیاں۔ درحقیقت ایک کروڑ درجۂ حرارت پر حرکت کی اوسطاً توانائی 5×10^{-9} ارگ ہوتی ہے تجربہ گاہوں میں عناصر کی مصنوعی قلبِ ماہیت کے دوران میں 10^{-8} ارگ توانائی خارج ہوتی ہے اور ان دونوں مقداروں میں کوئی زیادہ فرق نہیں۔ ذرہ باری کے عام تجربات کی مثال تو ایسی ہے جیسے سپاہیوں کی ایک قطار لوگوں کے نسبتاً بڑے گروہ پر سنگینوں سے حملہ کر رہی ہو۔ لیکن حرنواتی عمل کی مثال ایسی ہے جیسے ایک مشتعل اور فسادی گروہ کے تمام حصوں میں بیک وقت شدید دست بدست جنگ ہو رہی ہو۔

یہاں یہ بتا دینا بھی ضروری معلوم ہوتا ہے کہ جن بلند درجہ ہائے حرارت پر نواتی عمل واقع ہوتے ہیں ان تک پہنچ کر مادہ عام مفہوم کے مطابق جوہروں اور سالموں پر مشتمل نہیں رہتا۔ ان سے بہت کم درجۂ حرارت پر ہی باہمی تصادم کے باعث جوہروں کے الیکٹرانی خول بالکل اتر چکے ہوں گے اور مادہ بے قاعدگی سے حرکت کرتے ہوئے "برہنہ" نواتوں یا رواں شدہ جوہروں (IONISED ATOMS) مشتمل ہوگا۔ جن میں آزاد الیکٹران ہر سمت تیزی سے دوڑ رہے

ہوں گے۔ الیکٹرانوں کے حفاظتی خول سے محروم ہونے کے بعد یہ برہنہ نوات تصادم کے اثرات سے محفوظ نہیں رہ سکتے اور پھر زور دار راست تصادم سے عام طور پر مہلک نتائج برآمد ہوں گے۔

حرارت کے اثر سے مسلسل تصادم واقع ہوتے ہیں۔ اس لئے حرنواتی عمل ذرہ باری کے عام طریقوں کی بہ نسبت زیادہ موثر ثابت ہوتے ہیں مؤخرالذکر طریقے میں کسی چیز پر برسانے کے لئے جو تیز رفتار "گولیاں" استعمال کی جاتی ہیں وہ اس چیز کے صرف ایک لاکھ جوہروں کے الیکٹرانی گوشت پوست سے گزر کر اپنی ابتدائی توانائی بالکل کھو دیتی ہیں۔ اس کے برعکس اگر ہم ہائیڈروجن اور لیتھیم کے آمیزے کو بہت زیادہ درجۂ حرارت تک گرم کریں تو ان عناصر کے ذرات کے درمیان بلا روک ٹوک شدید تصادم واقع ہوتے رہیں گے۔ حتیٰ کہ تمام موجودہ نوات ہیلئم میں تبدیل ہو جائیں گے۔ اس عمل میں جو جوہری توانائی خارج ہوگی۔ وہ ان اشیا کو اتنا گرم رکھے گی کہ یہ عمل مسلسل قائم رہ سکے۔ ہمیں صرف یہ کرنا ہے کہ عمل کا آغاز کرنے کے لئے آمیزے کو مناسب درجۂ حرارت تک گرم کر دیں۔

نواتی عملوں کے لیے مطلوبہ درجہ حرارت

مختلف عناصر کے درمیان واقع ہونے والے یہ حرنواتی عمل ہمارے سورج کی زندگی کے لئے کس حد تک اہم ہیں؟ ان عملوں سے ہم زمین پر کس حد تک استفادہ کر سکتے ہیں؟ ان سوالات کا جواب جاننے سے پہلے یہ جاننا ضروری ہے کہ یہ تبدیلیاں کس درجۂ حرارت پر ایک معقول اور معتدل رفتار سے واقع ہو سکتی ہیں۔

نوات پر فالتو بار کی طرح حر نواتی عملوں کی رفتار کا انحصار بھی اس بات پر ہے کہ ٹکرانے والے نواتوں کی حفاظتی دیواروں میں نفوذ کس حد تک آسان ہے۔ اس کتاب کے مصنف نے نواتی تبدیلیوں کا جو نظریہ پیش کیا تھا اس کے ذریعے ہم نفوذ پذیری کے امکانات کو شمار کر سکتے ہیں۔ ان امکانات کا انحصار متصادم ذرات کی حرکی توانائی اور برقی بار پر ہے۔ ہم یہ بھی دیکھ چکے ہیں کہ یہ امکان متصادم ذرات کی توانائی یا آمیزے کا درجہ حرارت بڑھنے سے نہایت تیزی سے بڑھتا ہے۔ لیکن ان کے برقی بار بڑھنے سے بڑی جلدی کم ہو جاتا ہے۔ اگر ہم مختلف قسم کے نواتوں کا آمیزہ گرم کریں تو توقع یہ ہے کہ سب سے ہلکے نوات، جن میں سب سے کم بار ہوگا، پہلے مصروفِ عمل ہوں گے۔ اس لئے ہائیڈروجن اور ہیلیئم کا تعامل سب سے پہلے واقع ہوگا۔ جوں جوں آمیزے کا درجۂ حرارت بڑھے گا، پروٹان بھاری نواتوں میں داخل ہونے لگیں گے اور ہلکے عناصر اور الفا ذرات کے درمیان بھی عمل کا آغاز ہو جائے گا۔ پھر بہت ہی زیادہ درجۂ حرارت پر صرف بھاری نواتوں کا باہمی تصادم ہی قابلِ ذکر عمل رہ جائے گا۔

اس تھرموسکے کے ذریعے دو اقسام کے نوات کے درمیان حر نواتی عمل کی رفتار کو شمار کرنے کے لئے صرف یہی جاننا کافی نہیں کہ اس درجۂ حرارت پر ذرات کی اوسط حرکی توانائی کیا ہے۔ جیسا کہ ہم دوسرے باب میں دیکھ چکے ہیں، کسی گرم گیس کے تمام ذرات ایک ہی رفتار سے حرکت نہیں کرتے بلکہ ان میں رفتار کی تقسیم بڑی غیر مساویانہ ہوتی ہے۔ اسے میکسویل کی تقسیم

کہتے ہیں۔ تاہم یہ حقیقت بھی مسلّم ہے کہ غیر معمولی توانائی کے حامل ذرات کی تعداد نسبتاً کم ہوتی ہے۔ لیکن ہمیں یہ بات بھی نہیں بھولنی چاہیئے کہ اگر تصادم کی توانائی میں اضافہ ہوتا جائے تو تصادم زیادہ موثر ثابت ہوتا ہے۔ پس کثیر توانائی کے حامل ذرّات کی تعداد اگرچہ کم ہوتی ہے لیکن شکست و ریخت کے عمل میں مجموعی حیثیت سے یہ بہت اہم کام انجام دیتے ہیں۔

میکسویل کے کلیۂ تقسیم اور نفوذ پذیری کے بارے میں مصنف کے فارمولے کو ملا کر، ایٹ کنسن اور ہاؤٹرمینز نے ثابت کیا کہ شکست و ریخت کے عمل کی رفتار کا انحصار آمیزے کے درجۂ حرارت اور عمل میں حصہ لینے والے عناصر کے جوہری نمبروں پر ہوتا ہے[1]۔ یہ فارمولا حسابی شکل میں پیش کر کے قارئین کو پریشان کرنے کی بجائے ہم ایک مخصوص نواتی عمل پر اس فارمولے کے اطلاق سے جو حسابی نتائج برآمد ہوتے ہیں، انہیں بیان کریں گے[2]۔

اس مقصد کے لئے ہم ہائیڈروجن اور ہیلئم کا تعامل منتخب کرتے ہیں اس عمل کا چند بار پہلے بھی ذکر کیا جا چکا ہے۔ یہ بڑی تیزی سے واقع ہوتا ہے اور ہر نوات سے توانائی کی ایک کثیر مقدار خارج ہوتی ہے۔ اس لحاظ سے یہ نہایت

---

[1] تولید توانائی کی رفتار مادے کی کثافت پر بھی منحصر ہوتی ہے اور عمل میں حصہ لینے والی اشیا کی کثافت کے حاصل ضرب کے متناسب ہوتی ہے۔

[2] جو نتائج یہاں بیان کئے جائیں گے وہ ایٹ کنسن اور ہاؤٹرمینز کے اصلی فارمولے کی بنیاد پر شمار نہیں کئے گئے بلکہ ایک ترمیم شدہ فارمولے سے حاصل کئے گئے ہیں۔ یہ فارمولا نواتی طبیعیات کی جدید ترین تحقیق کی روشنی میں اصلی فارمولے کی اصلاح کر کے حاصل کیا گیا ہے۔

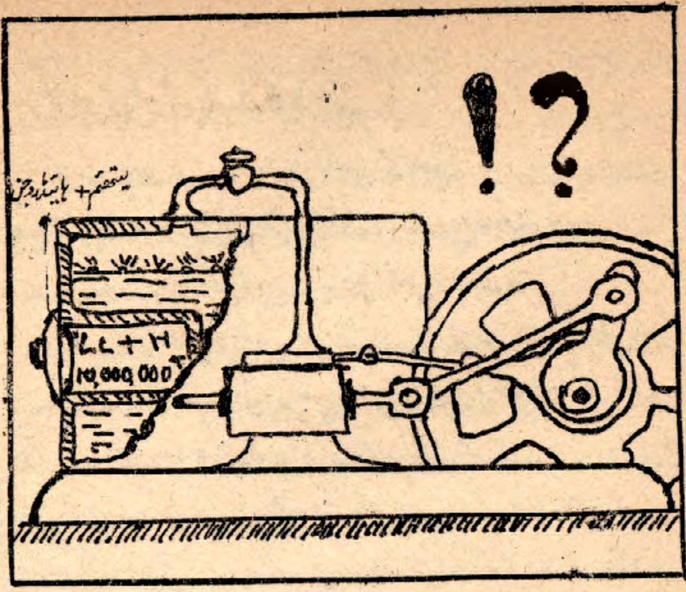
موثر عمل ہے۔ اگر لیتھیم اور ہائیڈروجن کو سات اور ایک کی نسبت سے ملایا جائے اور اس آمیزے کی ایک گرام مقدار مکمل طور پر ہیلیئم میں تبدیل ہو جائے تو ۲۶۲×۱۰^{۱۸} ارگ جوہری توانائی پیدا ہوگی۔ لیکن کئی ہزار درجے کی حرارت پر بھی یہ عمل اتنا سست رفتار ہوگا کہ اس کی تکمیل کے لئے کئی ارب سال درکار ہوں گے اتنی سست رفتار پر ایک ٹن آمیزے سے سو سال کے عرصے میں صرف چند ارگ توانائی حاصل ہوگی جو ایک مردہ مکھی کو فرش سے اٹھا کر میز پر رکھنے کے لئے بھی ناکافی ثابت ہوگی۔ تاہم دس لاکھ درجے پر ہائیڈروجن اور لیتھیم کے کئی پاؤنڈ آمیزے سے اتنی توانائی حاصل کی جا سکتی ہے جو ایک موٹر کار کے انجن کو چلا سکے لیکن دو کروڑ درجے پر، جو سورج کے مرکزی حصے کا درجہ حرارت ہے، ہائیڈروجن اور لیتھیم چند سیکنڈ میں ہیلیئم میں تبدیل ہو جائیں گی اور توانائی ایک ہیبت ناک دھماکے کی صورت میں خارج ہوگی۔

لیکن اگر ہم یہی فارمولا پروٹانوں اور بھاری عناصر کے نواتوں کے تصادم کے لئے استعمال کریں تو پتہ چلے گا کہ سورج کے مرکزی حصے کے درجۂ حرارت پر بھی ایسے عمل میں بڑا طویل عرصہ لگتا ہے۔ مثلاً ہائیڈروجن اور کلورین کے آمیزے کا نصف حصہ $۱۰^{۲۵}$ سال میں تبدیل ہوگا۔ سیسے کے بھاری نواتوں میں پروٹان داخل ہونے میں ناقابل یقین حد تک طویل عرصہ درکار ہوگا یعنی $۱۰^{۳۰}$ سال۔ ہمیں یہ بھی معلوم ہوگا کہ اس درجۂ حرارت پر حراری الفا ذرات سبک ترین نواتوں سے ٹکرا کر بہت کم نفوذ کر سکتے ہیں۔ صرف پانچ کروڑ سے زائد درجہ حرارت پر یہ عمل کچھ اہمیت اختیار کرتا ہے۔

جوہری موٹر بنانے کا طریقہ

عزان دیکھتے ہی آپ نہ پکار اٹھیں گے "بہت خوب! اب تو صرف یہ کام باقی رہ گیا کہ ہم سیٹم انجن کی بھٹی میں لیتھیم اور ہائیڈروجن کا آمیزہ بھر دیں اور اسے کئی لاکھ درجے تک گرم کر دیں۔ کیا یہ کوئی مشکل کام ہے؟"

واقعی یہ کوئی مشکل کام نہیں۔ اس تجربے کے لئے ایک پرانا سیٹم انجن فراہم کیا جا سکتا ہے اور مطلوبہ نواتی ایندھن حاصل کرنا بھی کوئی مشکل کام نہیں۔ کیونکہ لیتھیم اور ہائیڈروجن کا ایک ٹھوس مرکب لیتھیم ہائیڈرا کسائڈ (LiOH) دواؤں کی کسی دکان سے دستیاب ہو سکتا ہے۔ لیکن سوال یہ ہے کہ کئی لاکھ درجے کی حرارت کیسے حاصل کی جائے؟ ہم کسی بھی کیمیائی عمل مثلاً کوئلہ جلانے سے اس قدر درجۂ حرارت حاصل نہیں کر سکتے۔ اگر ہم اس مقصد کے لئے برقی طریقہ استعمال کریں تو چاہے تاروں کو کیسے ہی دشوار گذار مادے سے بنائیں، چند ہزار درجے تک وہ پہنچتے پہنچتے وہ تار نہ صرف پگھل جائیں گے۔ بلکہ بخارات بن جائیں گے۔ بھٹی کی دیواروں کا بھی یہی حشر ہوگا اور عمل کرنے والی گیسوں کو کسی مخصوص حجم میں سمیٹ کر رکھنا بھی ایک ناقابل حل مسئلہ بن جاتے گا۔ دیواریں پگھلنے سے گرم گیس فوراً پھیل جائے گی اور درجۂ حرارت لازماً گر جائیگا۔ مطلوبہ بلند درجۂ حرارت تک پہنچنے سے پہلے ہی یہ تمام ناخوشگوار واقعات پیش آ چکے ہوں گے اس لئے یہ تصور کرنا بڑا مشکل ہے کہ تجربہ گاہ میں کس طرح حرنواتی عمل جاری رکھے جا سکیں۔ یہ معجزہ جدید ٹیکنیک کی رسائی



شکل نمبر ۱۸ — جوہری موٹر کا خواب

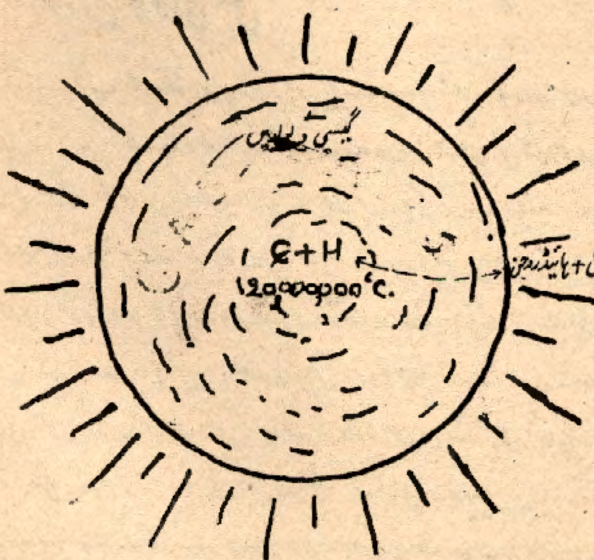
سے بھی بالاتر معلوم ہوتا ہے۔

شمسی بھٹی

جہاں زمین پر جوہری بھٹی بنانے میں یہ ناقابلِ حل مشکلات درپیش ہیں وہاں سورج میں یہ مشکلات باقی نہیں رہتیں۔ سورج درحقیقت اسی قسم کی ایک بھٹی ہے۔ اس کائناتی بھٹی کی دیواریں گیسوں سے بنی ہوئی ہیں اور یہ دیواریں اس کی بیرونی تہیں ہیں جو باہمی کشش کی قوتوں سے اپنی جگہ پر قائم ہیں
کشش کی قوتوں نے ہی وہ کل پرزے مہیا کئے۔ جو درجۂ حرارت کو اس بلند

مقدار تک پہنچانے کے لئے ضروری تھے جس پر حر نواتی عمل واقع ہو سکتے ہیں۔ ہم پہلے باب میں پڑھ چکے ہیں کہ سورج کی زندگی کا آغاز گیس کے ایک سرد اور عظیم کرے کی صورت میں ہوا۔ پھر کشش کی قوتوں کے اثر سے یہ مسلسل سکڑتا گیا اور گرم سے گرم تر ہوتا چلا گیا۔ جونہی اس سکڑتے ہوئے سورج کا مرکزی درجۂ حرارت اتنا زیادہ ہوا کہ نواتی عمل جاری رہ سکیں، جوہری توانائی کے اخراج نے سکڑنے کے عمل کو روک دیا اور سورج اپنی موجودہ پائیدار شکل میں آ گیا۔

یہاں یہ بتا دینا بھی ضروری ہے کہ سورج کی بیرونی تہوں میں یہ صلاحیت



شکل نمبر ١٩ سورج کا جوہری جنریٹر

بدرجۂ اتم پائی جاتی ہے کہ وہ توانائی کے اخراج میں کمل، نعشبا ط پیدا کر سکیں۔ اگر

کسی وجہ سے سورج کے مرکزی حصے میں حرنواتی عملوں کی رفتار کم ہو جاتے تو فوراً ہی سارا سورج سکڑنے لگے گا۔ اس سے درجۂ حرارت بڑھ جائے گا اور توانائی کا اخراج اپنی سابقہ مقدار پر آجائیگا سکے برعکس اگر مرکز سے توانائی کا خروج خطرے کی حد سے زیادہ ہو جاتے تو سورج پھیلنے لگے اور اس طرح اس کا مرکزی درجۂ حرارت کم ہو جائے گا۔

اس لحاظ سے سورج ایک بہترین نواتی مشین ہے۔ شاید اس جیسی اور مشین کا وجود ممکن ہی نہیں۔

سورج کا نواتی عمل

اب آپ سمجھ گئے ہوں گے کہ سورج کے اندرونی حصے کے درجۂ حرارت پر پروٹانوں اور مختلف ہلکے عناصر کے نواتوں کے درمیان حرنواتی عمل کافی تیزی سے واقع ہوگا تاکہ توانائی کا مطلوبہ اخراج ہو سکے سورج کی ترکیب کے بارے میں ایڈنگٹن (EDDINGTON) کے نظریے سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ سورج میں ہائیڈروجن کی کافی مقدار (تقریباً ۳۵ ٪) موجود ہے۔ اب دیکھنا یہ ہے کہ ہائیڈروجن کے علاوہ اور کون سے مادے اس عمل میں حصہ لیتے ہیں۔ اس کا طریقہ یہ ہے کہ ہم بہت سے ممکن نواتی عملوں میں توانائی کے اخراج کی رفتار کا موازنہ سورج کے حقیقی اشعاع سے کریں۔ مثال کے طور پر ہم ہائیڈروجن اور لیتھیم کے تعامل کر لیتے ہیں۔ یہ عمل اتنا تیز ہے کہ توانائی پیدا کرنے کا سب سے اہم ذریعہ نہیں ہو سکتا۔ چونکہ دو کروڑ درجے پر لیتھیم اور ہائیڈروجن چند سیکنڈ میں ہیلیئم میں تبدیل ہو جائیں گی۔ لہٰذا اگر سورج کے مرکزی حصوں میں لیتھیم کی قابلِ قدر مقدار موجود ہوگی تو اس کی تمام جوہری توانائی

ایک زبردست دھماکے کے ساتھ خارج ہو جائے گی جس سے سورج بے شمار ٹکڑوں میں تقسیم ہو جائے گا۔ اس سے یہ ظاہر ہے کہ سورج کے اندر ہیلیم کی کوئی نمایاں مقدار موجود نہیں۔ جس طرح ہم آہستہ آہستہ جلتے ہوئے پیپے کو دیکھ کر یہ اندازہ لگا سکتے ہیں کہ یہ بارود سے بھرا ہوا نہیں[1]

اس کے برعکس پروٹانوں اور آکسیجن کے نواتوں کے تعامل سے جو حرنواتی توانائی خارج ہوتی ہے وہ اتنی آہستہ آہستہ ہوتی ہے کہ سورج کے اشعاع کی توضیح کے لئے ناکافی ہے۔

۱۹۳۸ء میں نظری طبیعات کی ایک کانفرنس واشنگٹن میں منعقد ہوئی۔ اس میں ڈاکٹر ہانس بیتھے (DR HANS BETHE) بھی شریک تھا۔ وہاں اسے پہلی بار شمسی توانائی کے اخراج میں نواتی عملوں کی اہمیت کا احساس ہوا۔ کانفرنس کے اختتام پر کارنیل (CARNELL) واپس آتے وقت گاڑی میں بیٹھے ہوئے اس نے سوچا "کوئی ایسا عمل معلوم کرنا مشکل نہیں جو سورج کے عین مناسب حال ہو۔ میں یقیناً اسے دوپہر کے کھانے سے پہلے ہی کر لونگا" اس نے جیب سے کاغذ کا ایک ٹکڑا نکالا اور حیرت زدہ مسافروں کے سامنے اسے فارمولوں اور ہندسوں سے سیاہ کرنا شروع کر دیا۔ سورج کے سرچشمۂ حیات کی توضیح کے لئے اس نے ہر ممکن عمل کاغذ پر لکھا۔ اور ایک ایک کر کے انہیں رد کرتا گیا۔ سورج اس کی جانفشانی سے

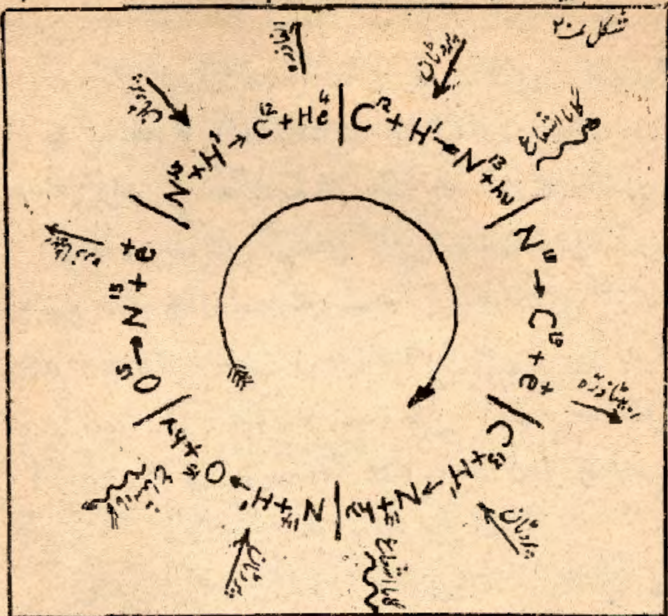
---

[1] طیف پیمائی سے جو ثبوت مہیا ہوتے ہیں ان سے ظاہر ہوتا ہے کہ سورج کے نسبتاً سرد حصے میں ہیلیم کی کچھ مقدار موجود ہے چونکہ یہ عنصر گرم اندرونی حصوں میں موجود نہیں رہ سکتا۔ اس لئے اس کا وجود صرف بیرونی تہوں تک محدود رہا۔

قطعی بے خبر آہستہ آہستہ افق کی طرف ڈھلنے لگا۔ پھر بھی یہ مسئلہ حل نہ ہوا لیکن ہانس بیتھے ایسا آدمی نہ تھا کہ سورج کی گتھیوں کو سلجھانے میں مشکلات کے باعث کھانا ترک کر دے۔ اس نے اپنی کوششیں تیز تر کر دیں اور جب ریلوے کے طعام خانے کے ملازم نے کھانے کے لئے آواز دی تو عین اس وقت اس مسئلے کا صحیح حل اس پر آشکارا ہو گیا۔ اسی زمانے میں جرمنی کے سائنس دان ڈاکٹر کارل فان وائتس سیکر (Dr CARL VAN WEIZSÄCKER) نے بھی سورج کے لئے یہی نواتی عمل تجویز کیا۔ یہ وہ سائنسدان تھا۔ جس نے شمسی توانائی کی تولید کے مسائل میں سب سے پہلے دوری نواتی عملوں (CYCLIC NUCLEAR REACTIONS) کی اہمیت محسوس کی۔

ہمیں یہ معلوم ہو چکا ہے کہ صرف ایک ہی نواتی تبدیلی سورج کی توانائی کی ذمہ دار نہیں بلکہ اس کا منبع ایک دوسرے سے منسلک تبدیلیوں کا ایک سلسلہ ہے جسے تعاملی زنجیر (REACTION CHAIN) کہا جا سکتا ہے۔ اس سلسلے کا سب سے دلچسپ پہلو یہ ہے کہ یہ بند گول زنجیر کی طرح ہے۔ جس میں ہر چھ کڑیوں کے بعد ہم پھر نقطۂ آغاز پر آ جاتے ہیں۔ شکل نمبر ۲۰ میں سورج کی اس تعاملی زنجیر کو ظاہر کیا گیا ہے۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ اس سلسلے کی اہم کڑیاں کاربن اور نائٹروجن کے نوات اور وہ حراری پروٹان ہیں جنکے ساتھ ان کا تصادم ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر ہم عام کاربن (C^{12}) سے شروع ہوتے ہیں۔ اگر یہ پروٹان سے ٹکرائے تو نائٹروجن کا ایک ہلکا ہم جا (N^{13}) بنتا ہے اور جوہری توانائی کی کچھ مقدار الفا شعاعوں کی صورت میں خارج ہوتی ہے۔ نواتی طبیعیات کے ماہرین اس تعامل سے بخوبی واقف ہیں۔ یہ عمل تجربہ گاہوں میں پروٹان استعمال

کرکے بھی پیدا کیا جا چکا ہے۔ جنہیں مصنوعی طور پر تیز رفتار بنایا گیا تھا۔ نائٹروجن ^{13}



شکل نمبر ۲۰

دوری تعامل جو سورج کی توانائی کا ذمہ دار ہے۔
C = کاربن H = ہائیڈروجن N = نائٹروجن HE = ہیلیم HY = توانائی کی مخصوص مقدار

(N^{13}) کا ذرات ناپائدار ہوتا ہے۔ یہ مثبت الیکٹران یا مثبت بیٹا ذرہ خارج کرکے کاربن کے وزنی ہم جا (C^{13}) کے پائدار ذرات کی ہیئت اختیار کر لیتا ہے یہ ہم جا عام معدنی کوئلے میں قلیل مقدار میں پایا جاتا ہے۔ جب اس کے ساتھ کوئی اور پروٹان ٹکراتا ہے تو یہ عام نائٹروجن (N^{14}) میں تبدیل ہو جاتا ہے اور ساتھ ہی شدید گاما اشعاع واقع ہوتا ہے۔ نائٹروجن ^{14} کا ذرات ایک تیسرے پروٹان سے ٹکراتا ہے۔ اس تصادم سے آکسیجن کا ایک پائیدار ہم جا (O^{15})

وجود میں آتا ہے۔ یہ ہم جا ایک مثبت الیکٹران کے اخراج سے پائدار نائٹروجن (N^{15}) میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ بالآخر جب نائٹروجن^{15} کے اندر چوتھا پروٹان نفوذ کر جاتا ہے تو وہ غیر مساوی حصوں میں شق ہو جاتا ہے۔ ان میں ایک جزو کاربن (C^{12}) کا نوات ہوتا ہے جس سے عمل کا آغاز ہوا تھا اور دوسرا ہیلیم کا نوات یا الفا ذرہ ہوتا ہے۔ اس عمل کو واضح کرنے کے لئے عام نائٹروجن (N^{14}) سے بھی آغاز کیا جا سکتا ہے

اس سے ظاہر ہے کہ اس گول تعاملی زنجیر میں کاربن اور نائٹروجن کے نوات بار بار پیدا ہوتے رہتے ہیں اور ماہر کیمیا کے الفاظ میں یہ صرف عمل انگیز (CATALYSTS) کا کام دیتے ہیں۔ اس تعاملی زنجیر کا مجموعی نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اس دور میں چار پروٹان مل کر ہیلیم کا ایک نوات بناتے ہیں۔ اس لئے اس سارے عمل کو ہائیڈروجن کی ہیلیم میں تبدیلی سے تعبیر کر سکتے ہیں جو بہت زیادہ درجۂ حرارت اور کاربن اور نائٹروجن کی عمل انگیزی سے وقوع پذیر ہوتی ہے۔

اگر ہائیڈروجن کافی مقدار میں موجود ہو تو اس دور کی رفتار کا انحصار شمسی مادے میں کاربن یا نائٹروجن کے تناسب پر ہوگا۔ بیتھے نے فلکی طبیعیات کے ثبوت کے مطابق یہ تسلیم کر لیا کہ سورج میں کاربن کی مقدار ایک فیصد ہے۔ اس نے ثابت کیا کہ دو کروڑ درجے پر تعاملی زنجیر سے توانائی کی جو مقدار خارج ہونی چاہیئے، وہ سورج کے اشعاع کی حقیقی توانائی کے عین مساوی ہے۔ باقی تمام عملوں سے جو نتائج پیدا ہوتے ہیں وہ فلکی طبیعیات کے مہیا کردہ ثبوت کے مطابق نہیں۔ اس لئے ہمیں یہ تسلیم کرنا پڑتا ہے کہ سورج کی توانائی کا منبع زیادہ تر کاربن اور نائٹروجن کا دور ہے۔ یہ بات بھی قابل غور ہے کہ سورج کے

اندرونی حصے کے درجۂ حرارت پر شکل نمبر-۲ میں دکھایا ہوا تکمیلی دور پچاس لاکھ سال میں پایۂ تکمیل تک پہنچتا ہے۔ اس عرصے کے بعد کاربن یا نائٹروجن کا مرکزی جو ابتداءً اس تعامل میں شامل ہوا تھا، دوبارہ بالکل اسی حالت میں نمودار ہوگا۔

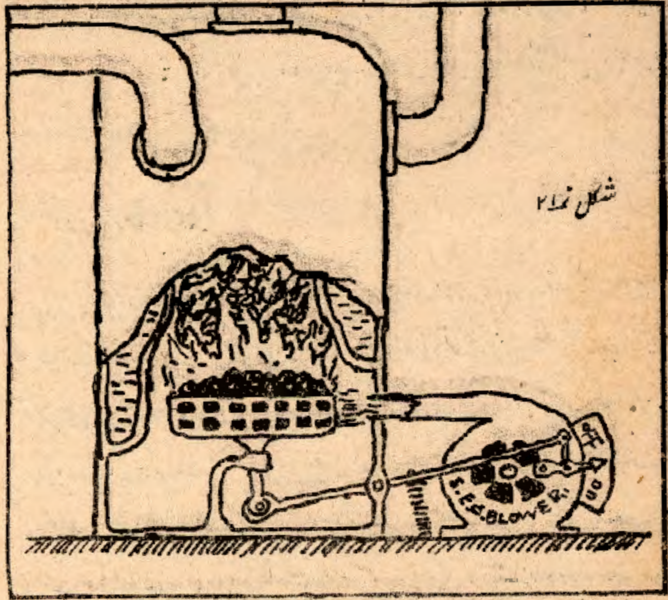
اس تعامل میں کاربن نے بنیادی کام کیا ہے۔ اس لئے قدیم زمانے کے اس نظریے میں کچھ نہ کچھ صداقت ضرور ہے کہ سورج کی حرارت کا ماخذ کوئلہ ہے۔ فرق صرف یہ ہے کہ یہ کوئلہ حقیقی کوئلے کی بجائے اس روایتی پرندے ققنس کی طرح ہے۔ جو مر کر زندہ ہو جاتا ہے۔

سُورج کا ارتقا

سورج کے اندر ہائیڈروجن آہستہ آہستہ صرف ہورہی ہے۔ اس ایندھن کے صرف ہونے سے سورج میں کس قسم کے تغیرات کی توقع کی جاسکتی ہے۔ بادی النظر میں اس سے یہ لازمی نتیجہ نکلتا ہے کہ سورج کی توانائی آہستہ آہستہ کم ہوتی جائے گی گویا ہمارا سورج ہر لحظہ سرد اور مدھم ہوتا ہوا بالآخر موت کی آغوش میں چلا جائے گا لیکن اس کتاب کے مصنف کی تحقیق سے یہ ثابت ہوگیا ہے کہ یہ نتیجہ غلط ہے اور سورج کی نورینت (LUMINOSITY) بتدریج بڑھتی جارہی ہے۔

حرنواتی تبدیلیوں کی رفتار کا انحصار نہ صرف عمل کرنے والے عنصر یعنی ہائیڈروجن کی مقدار بلکہ اس درجۂ حرارت پر بھی ہے۔ جس پہ عمل واقع ہوتا ہے۔ فرض کیجئے کہ کسی طرح ایندھن کی مجموعی مقدار کم ہو جانے سے درجۂ حرارت

میں اضافہ ہوجاتا ہے۔ اس صورت میں جب تھوڑا سا ایندھن رہ جائے گا تو وہ زیادہ تیزی سے جلے گا اور زیادہ حرارت پیدا ہوگی بہ نسبت اس وقت کے جب بھٹی ایندھن سے بالکل بھری ہوئی تھی اس قسم کا انتظام شکل نمبر۱۲ میں دکھایا گیا ہے۔ اس میں کوئلے کی عام بھٹی کی مشینی دھونکنی کا منہ آتشدان کے



شکل نمبر۱۲

ایسی بھٹی جس میں جتنا ایندھن کم ہو۔ اتنی ہی تیزی سے جلتی ہے۔

ساتھ، جس پر کوئلہ رکھا ہوا ہے۔ اس طرح ملایا گیا ہے کہ اگر کوئلے کا وزن کم ہو جائے تو دھونکنی کا منہ زیادہ کھل جاتا ہے، جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ زیادہ ہوا اندر آسکتی ہے اور کوئلہ زیادہ تیزی سے جلنے لگتا ہے۔

سورج کی بھٹی میں بھی اس سے ملتا جلتا بندوبست ہے۔ فرق صرف

یہ ہے کہ یہ انقباض سورج کے مادے کی کثافت سے پیدا ہوتا ہے۔ سورج کے اندرونی حصے میں ہائیڈروجن صرف ہونے سے ہیلیم پیدا ہوتی ہے۔ ہیلیم، ہائیڈروجن سے کم شفاف[1] ہے۔ اور حرنواتی تعامل سے جو توانائی پیدا ہوتی ہے اسے سطح تک آنے میں زیادہ مشکلات کا سامنا ہوتا ہے۔ جتنی زیادہ ہائیڈروجن ہیلیم میں تبدیل ہوتی ہے، اتنا ہی یہ غلاف کثیف ہوتا جاتا ہے جس سے سورج کے مرکزی حصے میں زیادہ توانائی جمع ہوجاتی ہے۔ نتیجۃً درجہ حرارت میں اضافہ ہو جاتا ہے اور توانائی کی پیدائش کی رفتار بڑھ جاتی ہے۔

سورج کی اندرونی ساخت کے بارے میں مسلّم نظریات کی بنا پر مصنف نے یہ حساب لگایا ہے کہ وقت کے ساتھ ساتھ شمسی اشعاع بتدریج بڑھ رہا ہے اور جس وقت اس میں ہائیڈروجن کی مقدار ختم ہونے کے قریب ہوگی تو اس کی حرارت سو گنا ہو چکی ہوگی۔ علاوہ ازیں ہائیڈروجن کی مقدار کم ہونے کے ساتھ سورج کا قطر پہلے کئی فیصد بڑھ جائے گا اور پھر آہستہ آہستہ کم ہونے لگے گا۔

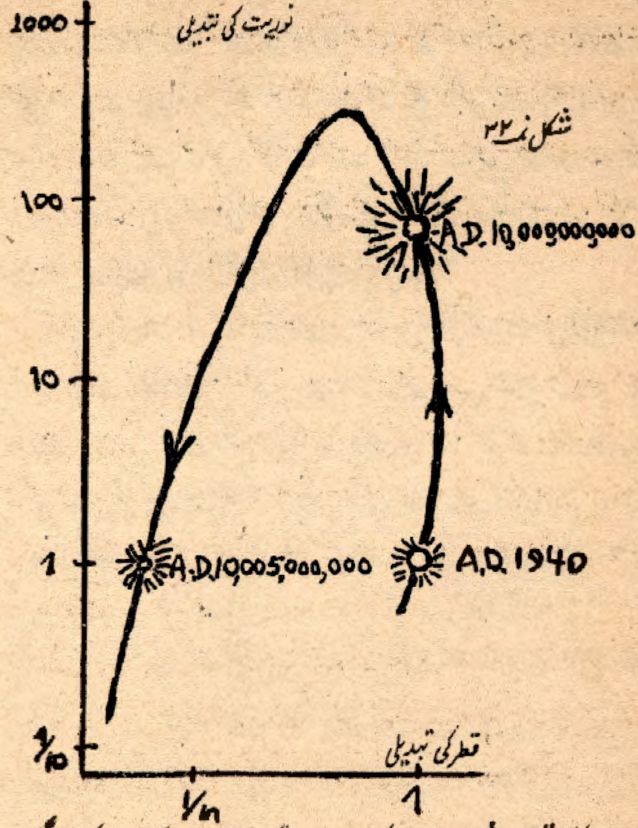
شکل نمبر ۳۴ میں یہ نتائج گراف کے ذریعے ظاہر کئے گئے ہیں۔ اسمیں مستقبل کے سورج کی نوریت اور قطر کو لوگارتم[2] کے پیمانے سے دکھایا گیا ہے۔ اس سے

---

[1] فضا میں ہیلیم اور ہائیڈروجن دونوں بالکل شفاف ہوتی ہیں لیکن سورج کے اندر بہت زیادہ کثافت اور درجہ حرارت کے باعث ان گیسوں کی دبیز تہیں کافی حد تک اشعاع جذب کرلیتی ہیں۔ اور ہیلیم ہائیڈروجن کی نسبت زیادہ غیر شفاف ہو جاتی ہے

[2] پیمائش کا ایسا پیمانہ جس میں اکائی اضافہ ناپی جانے والی مقدار میں دس گنا اضافے کو ظاہر کرتا ہے۔

معلوم ہوتا ہے کہ شمسی توانائی کے مسئلے کے اِس نئے پہلو سے جو نتائج حاصل ہوتے ہیں وہ کلاسیکی نظریے کے نتائج کی عین ضد ہیں۔ حیاتِ ارضی سورج کی حرارت



سورج کا ارتقاء۔ شدید نوریت کی حالت سے گزر کر سورج ایک دم سکڑنے لگتا ہے اور ساتھ ہی روشنی کا اخراج گھٹنے لگتا ہے۔

کم ہونے سے سرد ہو کر موت کی آغوش میں نہیں چلی جائے گی۔ بلکہ امکان یہ ہے

کر وہ سورج کی حرارت سے جل کر راکھ ہو جائے گی کیونکہ سورج اپنے طبعی ارتقا کے آخری مراحل میں بے حد گرم ہو جائے گا۔ سورج کا شعاع سوگنا ہو جانے سے زمین کی سطح کا درجۂ حرارت پانی کے نقطۂ جوش سے بھی زیادہ ہو جائے گا۔ اس درجۂ حرارت پر اگرچہ قشرِ ارض کی ٹھوس چٹانیں نہیں پگھلیں گی۔ لیکن سمندروں کا پانی کھولنے لگے گا۔

یہ تصور کرنا محال ہے کہ ان حالات میں زمین کی سطح پر کوئی جان دار شے باقی رہ جائے گی لیکن یہ ناخوشگوار حالات پیدا ہونے میں کئی ارب سال کا عرصہ لگ جائے گا۔ ممکن ہے اس عرصے میں ٹیکنیک میں اس حد تک ترقی ہو جائے کہ انسانوں کے لئے محفوظ اور موزوں درجۂ حرارت پر زمین دوز رہائش گاہیں بنائی جا سکیں یا زمین کی تمام آبادی کسی ایسے بعید سیارے میں منتقل کی جا سکے جہاں حرارت اتنی شدید نہ ہو۔ حساب کے طریقوں سے یہ معلوم کیا جا سکتا ہے کہ سورج کی بڑھتی ہوئی سرگرمی سے سطح زمین کا اوسط درجہ حرارت بہت آہستہ آہستہ بڑھتا ہے۔ یہاں تک کہ ایک پورے ارضیاتی دور میں جب سورج اپنی ہائیڈروجن کا ایک فیصد حصہ خرچ کرتا ہے تو سطح زمین کے درجۂ حرارت میں صرف چند درجوں کا اضافہ ہوتا ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ سورج میں حرارتی عملوں کے باعث یک دم کسی انقلاب عظیم کے رونما ہونے کا خدشہ نہیں بلکہ ہم ان حالات کی پیش گوئی کر سکتے ہیں اور ان سے بچاؤ کی تدابیر بھی اختیار کر سکتے ہیں مثلاً نیپچون (NEP TU NE) کی آبادکاری اس کا ایک حل ہے۔

امکان یہ ہے کہ درجۂ حرارت کے اضافے کے ساتھ ساتھ حیاتیاتی دنیا

میں ایسی ارتقائی تبدیلیاں واقع ہوں گی کہ زمین پر بسنے والے جانداروں میں زیادہ گرمی برداشت کرنے کی صلاحیت بڑھ جائے گی۔ چونکہ پانی کے نقطۂ جوش پر کوئی بھی جاندار زندہ نہیں رہ سکتا۔ اس لئے ممکن ہے کہ جوں جوں زمین کے حالات جانداروں کے لئے غیر موزوں ہوتے جائیں گے توں توں حیاتیاتی انواع کی نسلی خوبیاں رو بہ تنزل ہونے لگیں گی اغلب یہی ہے کہ درجۂ حرارت ناقابلِ برداشت حد تک بڑھنے سے پیشتر ہی انواعِ اعلیٰ کا نام و نشان مٹ چکا ہوگا اور جب بوڑھا سورج اپنی آخری شعاعیں پھینک رہا ہوگا تو اسے دیکھنے والوں میں نہایت سادہ اور نہایت ہی چھوٹے چھوٹے جانداروں کے علاوہ کوئی اور ذی روح نہ ہوگا۔

اُس کے بعد کیا ہوگا؟

ہم اس سے پہلے بتا چکے ہیں کہ حرارت پیدا کرنے والی ایسی مشین بنائی جا سکتی ہے جو کم ایندھن سے زیادہ حرارت پیدا کرے لیکن ایسی مشین تو کوئی بھی نہیں ہو سکتی جو ایندھن کے بغیر حرارت مہیا کر سکے اس لئے جب سورج اپنی ہائیڈروجن کی آخری مقدار استعمال کر لے گا تو اس کی جوہری توانائی کے سوتے خشک ہو جائیں گے۔ ان ذرائع سے محرومی کے بعد جو اسے دس ارب سال تک روشن رکھ سکتے تھے، سورج مجبوراً حرارت پیدا کرنے کے اس قدیم طریقے کی طرف لوٹ جائے گا جو اس طویل عرصے میں اس کے ہاں کوئی پسندیدہ طریقہ نہ تھا۔

سورج دوبارہ سکڑنا شروع ہو جائے گا۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ تجاذبی توانائی نواتی عملوں سے پیدا شدہ کثیر توانائی کے مقابلے میں کوئی حیثیت نہیں رکھتی اس لئے جوہری توانائی کے ذرائع کے بل بوتے پر سورج نے جو شاندار زندگی بسر کی ہے ان کے ختم ہو جانے کے بعد سورج کے سکڑنے کا مدیجی عمل کافی تیزی سے واقع ہوگا۔ اس وقت سے سورج کی جسامت تیزی سے گھٹنے لگے گی اور کچھ عرصے کے بعد اس کی نوریت بھی کم ہونی شروع ہو جائے گی جلد ہی سورج اپنی موجودہ نوریت پر آجائے گا۔ یہاں جلد ہی سے مراد چند ارب سال[1] ہے۔ جوں جوں سورج اپنی موت کے قریب آئے گا، اس کا اشعاع کم سے کم تر ہوتا جائے گا۔ سورج کی موت کے یہ آخری مراحل آئندہ کے کسی باب میں زیر بحث لائے جائیں گے۔

---

[1] ارتقائی مراحل میں نقطۂ عروج سے گزرنے کے بعد سورج کا قطر موجودہ قطر سے بہت کم ہوگا جیسا کہ شکل نمبر ۲۲ سے بخوبی سمجھ میں آسکتا ہے۔

چھٹا باب

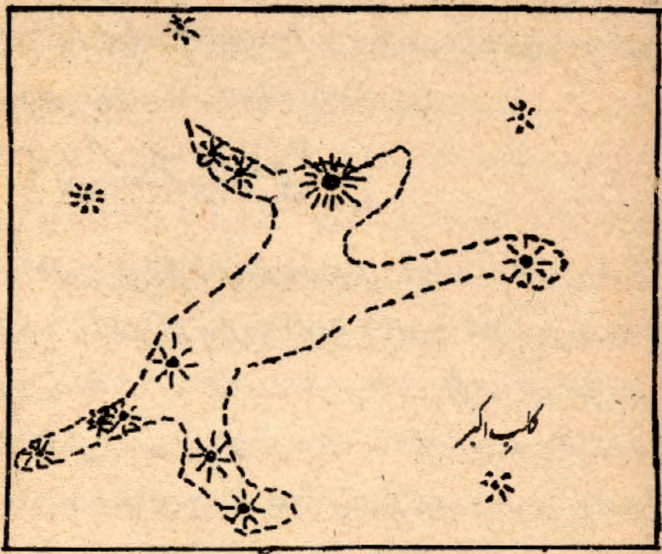
سُورج ایک ستارے کی حیثیت سے

ستارے کس قدر چمکدار ہیں؟

جب کوئی بچہ آسمان کی جانب نگاہ اٹھاتا ہے تو اسے ستارے شاید یوں نظر آتے ہیں جیسے نیلگوں چھت میں چھوٹی چھوٹی نقرئی قندیلیں لٹکی ہوئی ہوں۔ جب ستاروں کے اشعاع کی تحقیق کرتے ہوئے مصنف کو قدم قدم پر ایسی مشکلات کا سامنا ہوا جو بظاہر ناقابلِ حل تھیں تو محولہ بالا قدیم مفروضہ اس کے ذہن میں بار بار ابھرا۔ بدقسمتی سے اُسے اس نظریے کے غلط ہونے میں کوئی شک نہ تھا۔ چونکہ ستارے درحقیقت سورج کی مانند بے حد گرم گیسوں کے دیوقامت اجسام ہیں۔ یہ سورج سے بہت دور واقع ہیں اس لئے چھوٹے اور مدھم نظر آتے ہیں لیکن فلکیاتی مشاہدات سے ان کے درمیانی فاصلوں کا تخمینہ لگایا جا سکتا ہے اور مختلف ستاروں کی مطلق نوریت کا موازنہ سورج کی نوریت سے کیا جا سکتا ہے۔

آئیے، ہم مثال کے طور پر کلبِ اکبر (THE GREAT DOG) کی چمکدار آنکھ کو لیں۔ کلبِ اکبر ایک مجموعۂ نجوم کا نام ہے۔ اس نام کی توجیہہ یہ ہے کہ قدیم ماہرینِ فلکیات نے چمکدار ستاروں کے مجموعوں کو کسی جانور یا خیالی شخص

سے منسوب کرنے کی کوشش کی۔ اگرچہ جدید غیر شاعرانہ نقطۂ نظر سے اس مجموعۂ نجوم کی شکل کتے کی کسی نسل تو کجا، کسی اور جانور کی شکل سے بھی مشابہ نہیں (شکل نمبر ۲۳) لیکن پھر بھی ہمیں قدیم ناموں کا احترام کرنا چاہیے۔ اس کتے کی آنکھ



شکل نمبر ۲۳ مجموعۂ نجوم "کلبِ اکبر"

آسمان کا سب سے روشن ستارہ ہے اور اسے کلب جبار یا شعرائے یمانی (SIRIUS) کا نام دیا گیا ہے۔ ماہرینِ فلکیات کا کہنا ہے کہ یہ سورج کے مقابلے میں ہم سے پانچ لاکھ گنا فاصلے پر ہے یعنی ....۵۲ میل دور اگر یہ چمک دار ستارہ ہم سے سورج کے برابر فاصلے پر ہوتا تو ہمیں سورج سے چالیس گنا روشنی اور حرارت مہیا کرتا۔ آسمان میں اس سے بہت زیادہ روشن ستارے موجود ہیں۔ لیکن وہ بہت

دور ہونے کی وجہ سے زیادہ نمایاں نظر نہیں آتے۔ مثلاً مجمع نجوم "دجاجہ" (SWAN) کا ستارہ دائی سگنائی (Y CYGNI) سورج سے تیس ہزار گنا روشن ہے۔ اس کے برعکس نسبتاً مدھم ستاروں کی بھی کوئی کمی نہیں مثلاً کروگر ۶۰ بی[1] (KRUEGER 60B) کی مطلق نوریت یا مجموعی اشعاع سورج کا ہزارواں حصہ ہے۔ اگر ہم سورج کی نوریت کا موازنہ تمام معلوم ستاروں سے کریں تو اس کا مقام تقریباً درمیان میں ہے۔ اس لحاظ سے سورج اوسط درجے کا ایک مثالی ستارہ ہے۔

ستاروں کے رنگ اور طیفی قسمیں

ستاروں کے طبیعی خواص کے مطالعے میں نہ صرف ان کی مطلق نوریت بلکہ ان کی روشنی کی طیفی ترکیب بھی جاننا نہایت ضروری ہے۔ طیفی ترکیب ہی سے ہم ان دور کے اجسام کی سطح کا درجۂ حرارت معلوم کر سکتے ہیں۔ ہم پہلے باب میں پڑھ چکے ہیں کہ سورج کی سطح کے درجۂ حرارت کا تخمینہ اس کے اکائی رقبے کی مقدارِ اشعاع سے لگایا جا سکتا ہے۔ لیکن بہت سے ستاروں کی سطح کا رقبہ براہِ راست ناپا نہیں جا سکتا کیونکہ بہت زیادہ فاصلے پر واقع ہونے کی وجہ سے وہ بہترین دوربینوں میں بھی محض چمک دار بے جسامت نقطوں کی مانند نظر آتے ہیں[2]۔

---

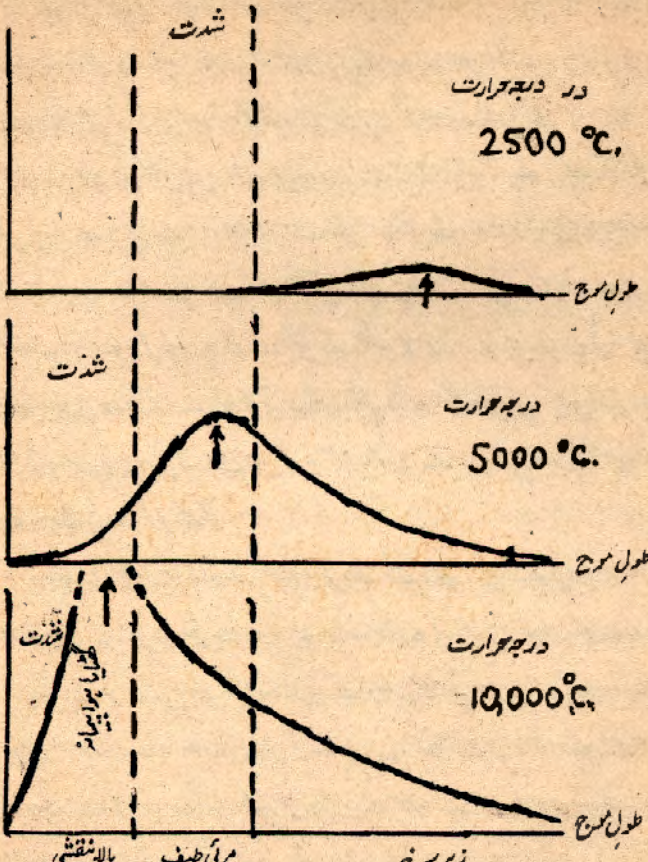
[2] مائیکلسن کے تجویز کردہ مداخل پیمائی کے طریقے (INTERFEROMETRIC METHODS) سے صرف ان ستاروں کا قطر براہِ راست معلوم کیا جا سکتا ہے جو بہت قریب واقع ہیں اور کافی بڑے ہیں۔

[1] کروگر کے کیٹالاگ میں ساٹھویں ستارے کا بی جزو۔

اگر ہمیں ستاروں کی سطح کی چمک کا علم نہ بھی ہو تو خوش قسمتی سے ہم اور طریقوں سے بھی ستاروں کا درجۂ حرارت معلوم کر سکتے ہیں۔ گرم اجسام سے جو اشعاع واقع ہوتا ہے۔ اس کی بعض مخصوص خاصیتیں اس مقصد کے لئے استعمال کی جاتی ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ اگر ہم کسی جسم کو بتدریج گرم کریں تو سب سے پہلے اس سے سرخی مائل شعاعیں نکلتی ہیں۔ جوں جوں درجۂ حرارت بڑھتا جاتا ہے۔ جیسا کہ شکل نمبر ۴۲ سے واضح ہے، درجۂ حرارت کے اضافے کے ساتھ انتہائی اخراج آہستہ آہستہ طیف کے سرخ حصے سے بنفشئی حصے کی طرف منتقل ہوتا جاتا ہے پس مختلف ستاروں کی خارج کردہ روشنی کے رنگ کا موازنہ کر کے ہم ان کی سطح کے اضافی درجۂ حرارت کا کافی حد تک صحیح اندازہ لگا سکتے ہیں۔ جس ستارے کا رنگ سرخ ہو، ہم کہہ سکتے ہیں کہ یہ نسبتاً سرد ہے اور جس کا رنگ نیلا ہو وہ بہت زیادہ گرم ہوگا۔

ستاروں کا درجۂ حرارت معلوم کرنے کے لئے اس سے زیادہ حساس طریقہ بھی ہے اس طریقے سے ان سیاہ و باریک خطوط کی اضافی شدت کا مطالعہ کیا جاتا ہے جو سورج اور دیگر ستاروں کے طیفِ مسلسل خروج (CONTINUOUS EMMISSION SPECTRUM) کو قطع کرتے ہیں ان خطوط کو فراں ہافر کے خطوط (FRAUNHAFER LINES) کہتے ہیں ان سیاہ خطوط کے بننے کی وجہ یہ ہے کہ ستاروں کی فضا مخصوص قسم کی روشنی جذب کر لیتی ہے۔ چونکہ جوہروں کی اضافی قوت جذب کا انحصار زیادہ تر ان کے درجۂ حرارت پر ہے اس لئے عملِ انجذاب سے بننے والے خطوط کا نمونہ ہر ستارے کے لئے مختلف ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے

شکل نمبر ۲۴



"طیف مسلسل خروج" درجہ حرارت کے ساتھ ساتھ بدلتا ہے۔

کہ ہم محض طیف کی خصوصیت دیکھ کر ہی اس ستارے کی سطح کے درجۂ حرارت

کا اندازہ لگا سکتے ہیں[1]

فلکیاتی دستور یہ ہے کہ ستاروں کے درجۂ حرارت کو دس گروہوں میں تقسیم کیا جاتا ہے - انہیں ہارورڈ کے طیفی گروہ (HARWARD SPECTRAL CLASSES) کہتے ہیں - اور یہ تصویر نمبر ۳ میں دکھائے گئے ہیں - ان دس گروہوں کے نام مختلف حروف سے ظاہر کئے گئے ہیں - یہ حروف اصلی ترتیب میں نہیں ہوتے تاکہ عام آدمی ان ناموں سے گمراہ ہو جائے - ان جذبی خطوط کی ترتیب یاد رکھنے کے لئے ماہرینِ فلکیات انگریزی کا یہ فقرہ یاد رکھتے ہیں

(OH BE A FINE GIRL, KISS ME RIGHT NOW SWEETHEART)

اگر کسی ستارے کا طیف اپنے خواص کے اعتبار سے مندرجہ بالا کوئی سے دو گروہوں کے درمیان آجائے تو اسے اعشاریہ سے ظاہر کیا جاتا ہے مثلاً A_2 = A سے F کے درمیانی فاصلے کا ۲/۱۰ واں حصہ یا K5 = K اور M درمیانی فاصلے کا ۵/۱۰ واں حصہ (دیکھئے تصویر نمبر ۳) - ہارورڈ کی اس جماعت بندی میں ہمارا سورج گروہ G (۶۰۰۰ درجے) میں شامل ہے، کلب جوزا یا شعرائے یمانی گروہ A (۱۱۲۰۰ درجے) میں اور مدھم ستارہ کروگر ۶۰ بی سرد گروہ M میں (۳۳۰۰ درجے)

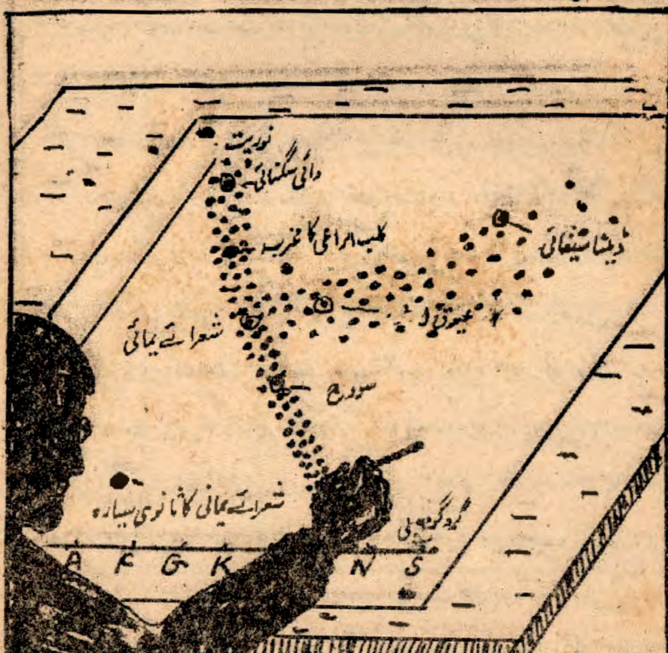
کسی ستارے کے طیفی گروہ سے اس کی سطح کا درجۂ حرارت جاننے کے بعد ہم اس کی جسامت کا تخمینہ بھی لگا سکتے ہیں - اس مقصد کے لئے اس

---

[1] فلکی طبیعیات کے ہندوستانی ماہر، میگھناد سہا، نے سب سے پہلے وہ نظریہ پیش کیا جو جاذب گیس کے درجہ حرارت اور جذبی طیف کی نوعیت کے درمیان صحیح صحیح تعلق واضح کرتا ہے۔ اس نے اس کی بنیاد جوہری ساخت کے کوانٹم نظریہ پر رکھی۔

درجۂ حرارت پر سطح کی جو چمک ہونی چاہیے اس کا موازنہ ستارے کی مطلق نوریت سے کیا جاتا ہے۔ اس طرح معلوم کیا گیا ہے کہ کلب جوزا اور وائی سگنائی کے قطر سورج سے ۱۶۸ اور ۵۶۹ گنا ہیں اور مدھم ستارے کردگر ۶۰ بی کا قطر سورج سے نصف ہے۔

رسل کا نقشہ



شکل نمبر ۲۵

رسل کا نقشہ

جب ہم ان چار ستاروں (سورج سمیت) کا موازنہ کریں تو ہم فوراً دیکھتے ہیں کہ زیادہ چمکدار ستاروں کی سطح کا درجۂ حرارت زیادہ ہوتا ہے اور ان کے قطر بھی زیادہ ہوتے ہیں اس تعلق کے مفصل مطالعہ سے ستاروں کی ایک عجیب وغریب جماعت بندی کی گئی ہے۔ یہی جماعت بندی ستاروں کے خواص اور ارتقا کے نظریات کی سب سے اہم بنیاد ہے۔

یہ مارچ ۱۹۱۳ء کا واقعہ ہے۔ پرنسٹن میں اس ماہ کے ابتدا میں موسم فلکی مشاہدات کے لئے بالکل غیر موزوں تھا۔ زیادہ وقت بارش ہوتی رہتی تھی۔ اور آسمان بادلوں سے گھرا رہتا تھا۔ ایسی حالت میں رصدگاہ میں کوئی کام نہ کیا جا سکتا تھا۔ لیکن ان حالات سے رصدگاہ کا ناظم، پروفیسر ایچ۔ این رسل ذرا بھی دل برداشتہ نہ ہوا۔ اس نے سوچا کہ جبری فرصت کے ان لمحات سے فائدہ اٹھائے۔ وہ اپنے سابقہ مشاہدات میں نظم پیدا کرنے اور بعض ایسے نظریات کی تصدیق کرنے میں مصروف ہو گیا جو پچھلے کئی ماہ سے اسکے ذہن میں بسے ہوئے تھے۔

ایک بہت بڑے ملی میٹر کاغذ پر رسل نے ایک شکل بنانی شروع کی جو ان تمام ستاروں کی مطلق نورانیت اور طیفی گروہ کا تعلق ظاہر کرے جن کے بارے میں اس کے پاس معلومات موجود تھیں۔ یہ بڑا تکلیف دہ کام تھا کیونکہ شکل میں سینکڑوں ستارے شامل کرنے تھے۔ مقام حیرت ہے کہ جب اس کا کام ختم ہونے کے قریب آیا تو ان ستارہ نما نقطوں نے ایک عجیب وغریب دلچسپ شکل اختیار کرلی (شکل ۲۵)

شکل کے دائیں نچلے حصے سے بائیں طرف بالائی کونے تک ایک تنگ

پٹی سی بن گئی جس میں نقشے کے بیشتر نقاط شامل تھے۔ ان میں سورج کو ظاہر کرنے والا نقطہ بھی شامل تھا۔ ظاہر ہے کہ اس اصلی سلسلے (MAIN SEQUENCE) کے تمام ستارے ایک دوسرے سے ملتے جلتے ہیں اور غالباً ان میں صرف کمیت کا فرق ہے۔ ان طبعی ستاروں میں نسبتاً سرد اور مدھم "سرخ بونے (RED DWARFS) شامل ہیں اور نہایت چمکدار "نیلے دیو" (BLUE GIANTS) بھی۔

لیکن اس نمایاں نظم میں کئی واضح مستثنیات بھی ہیں اور انہی مستثنیات سے کلیہ ثابت ہوتا ہے۔ ان اصلی ستاروں سے الگ ستاروں کی دو اور واضح قسمیں ہیں۔ شکل کے بائیں کونے میں بہت سے نقطے بکھرے ہوئے ہیں ان کی سطح کے درجہ ہائے حرارت نسبتاً کم ہونے کے باوجود مطلق نوریت بہت زیادہ ہیں چونکہ سطح کا درجۂ حرارت کم ہونے کے یہ معنی ہیں کہ اکائی سطح سے روشنی کا اخراج کم ہوگا اس لئے مجموعی حیثیت سے ستاروں کی زیادہ نوریت کی توضیح کے لئے یہ فرض کرنا پڑے گا کہ ان کی جسامت بہت زیادہ ہے۔ ان ستاروں کو "سرخ دیو" (RED GIANTS) کہتے ہیں اور ان میں عیوق (CAPELLA) اور سیفیڈ متغیر (CEPHEID VARIABLES) جیسے مشہور ستارے شامل ہیں۔

رسل کے نقشے کے بائیں طرف نچلے کونے میں غیر طبعی (ABNORMAL) ستاروں کی دوسری قسم ہے۔ جنہیں "سفید بونے" (WHITE DWARFS) کہتے ہیں۔ ان ستاروں کے بہت زیادہ درجۂ حرارت اور کم مجموعی نوریت سے یہ واضح ہو جاتا ہے۔ کہ ان کی جسامت بہت کم ہے۔ ہم آئندہ چل

کر دیکھیں گے کہ ان کی جسامت زمین سے صرف چند گنا ہے۔

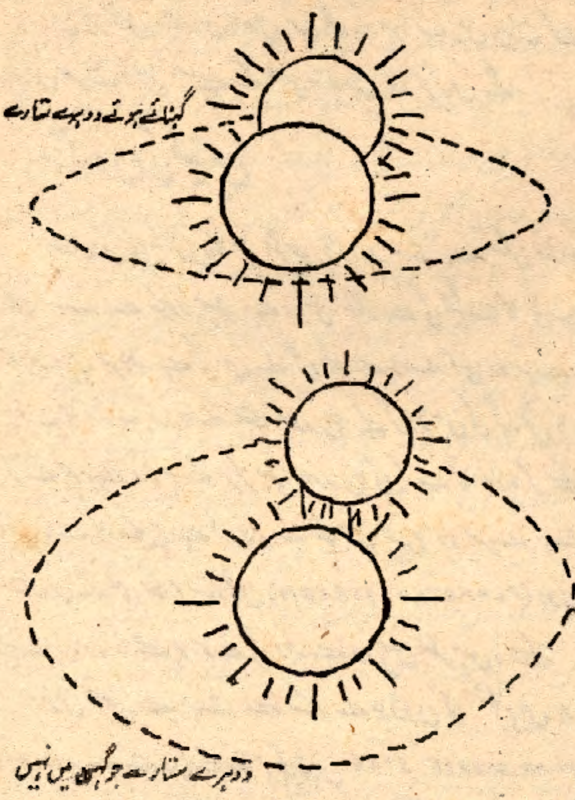
ان غیر طبعی ستاروں کا حال ہم اگلے دو ابواب میں بیان کریں گے اور یہاں صرف اصل سلسلے کے طبعی ستاروں کا ذکر کریں گے۔

ستاروں کی کمیتیں

ستاروں کی کمیتوں کا علم اگرچہ بڑا اہم مسئلہ ہے۔ لیکن مشاہداتی فلکیات کا یہ سب سے کمزور پہلو ہے۔ کسی ستارے کی کمیت کا تخمینہ لگانے کا صرف یہی طریقہ ہے کہ اس کے گرد گھومنے والے کسی دوسرے جرم فلکی کی حرکت کا مشاہدہ کیا جائے مثلاً سورج کے گرد زمین کی گردش کا دور معلوم کرکے ہم اپنے نظام کے مرکز یعنی سورج کی کمیت کا اندازہ کر سکتے ہیں اگرچہ اس بات کا امکان ہے کہ ہمارے نظام کی طرح دوسرے بہت سے ستاروں کے بھی نظام سیارگان (PLANETRY SYSTEM) ہوں گے لیکن بہت زیادہ فاصلے پر ہونے کی وجہ سے وہ ہمیں نظر نہیں آ سکتے۔

خوش قسمتی سے بہت سے ستارے جوڑوں کی شکل میں ہوتے ہیں انہیں دوہرے ستاروں کے نظام کہتے ہیں (BINARY OR DOUBLE STAR SYSTEM) (شکل نمبر ۲۶) ایسے نظاموں کے دونوں ارکان کی اضافی حرکت کا براہ راست مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔ ان کے دورِ گردش سے ان کی کمیتوں کا تخمینہ بھی لگایا جا سکتا ہے۔ لیکن چونکہ کمیت کے تخمینے کے لئے حرکت کے تمام اجزا کا مکمل علم نہایت ضروری ہے۔ اس لئے اب تک بھی صرف

چند دوہرے ستاروں کی کمیتیں کافی یقین کے ساتھ معلوم ہو سکی ہیں[1]- بہرحال اس



شکل نمبر ۲۶ دوہرے ستارے

---

[1] مشاہداتی نقطہ نظر سے دوہرے ستاروں کے نظام دو گروہوں میں تقسیم کئے جا سکتے ہیں اول مرئی دوہرے ستارے (VISUAL BINARIES) جو طاقتور دوربینوں کے ذریعے الگ الگ نظر آتے ہیں دوئم - طیفی دوہرے ستارے جن کی اضافی حرکت کا مشاہدہ ان کے طیفی خطوط پر ڈاپلر کے اثر (DOPPLER'S EFFECT) کے ذریعے ہی کیا جا سکتا ہے

مختصر سی معلومات سے بھی ہم ستاروں کی کمیتوں اور ان کی نوریت کے تعلق کے بارے میں کئی دلچسپ نتائج اخذ کر سکتے ہیں۔

سر آرتھر ایڈنگٹن نے سب سے پہلے یہ معلوم کیا تھا کہ ستاروں کی نوریت یقینی طور پر ان کی کمیت پر منحصر ہے اور جوں جوں کمیت میں اضافہ ہوتا جاتا ہے توں توں یہ بڑی تیزی سے بڑھتی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر وائی سگنائی بڑا چمکدار ستارہ ہے۔ اس کی نوریت سورج سے تیس ہزار گنا ہے اور یہ سورج سے سترہ گنا وزنی ہے۔ کلب جوزا کی نوریت سورج سے چالیس گنا ہے اور ۴۰٫۲ گنا وزنی ہے۔ اور مدھم ستارہ کروگر ۶۰ بی جس کی نوریت سورج سے صرف ۱۱۰۰۰ گنا ہے کمیت کے لحاظ سے سورج کا دسواں حصّہ ہے۔

چونکہ کمیت میں اضافے کے مقابلے میں ستاروں کا مجموعی اشعاع زیادہ سرعت سے بڑھتا ہے اس لئے مادے کے ہر گرام سے توانائی کی جو مقدار حاصل ہوتی ہے۔ وہ ہلکے ستاروں کی نسبت بھاری ستاروں میں بہت زیادہ ہوگی مندرجہ بالا اعداد و شمار سے ظاہر ہے کہ سورج کے مقابلے میں وائی سگنائی، کلب جوزا یا شعرائے یمانی اور کروگر ۶۰ بی میں مادے کے ایک گرام سے توانائی کی پیدائش علی الترتیب ۱۸۰۰، ۱۵ اور ۵۰۰۲ ہوتی ہے۔ سورج کی توانائی کا منبع حرلواتی تعامل ہیں۔ اگر ستاروں میں بھی توانائی کی پیدائش اسی طریقے سے ہوتی ہے تو مختلف ستاروں سے اخراج توانائی کی رفتار مختلف ہونے کا سبب ان کے اندرونی طبیعی حالات کا اختلاف بھی ہوگا بالخصوص ان کے مرکزی حصّوں کے درجۂ حرارت کی وجہ تو یہی ہو سکتی ہے۔

ستاروں میں نواتی تعامل

ہم پہلے باب میں پڑھ چکے ہیں کہ کس طرح ایڈنگٹن نے عظیم الجثہ گیسی کروں کے توازن کی شرائط کا ایک انوکھا تجزیہ کیا تھا۔ اس تجزیئے کی مدد سے ہم مختلف گہرائیوں پر سورج کے مادے کے جیسی خواص سمجھ سکتے ہیں اور اس طرح سورج کے اندرونی مولدِ توانائی حصے کی کثافت اور درجہ حرارت کے بارے میں قطعی نتائج اخذ کر سکتے ہیں۔ یہ طریقہ جو سورج کے بارے میں تنہا کامیاب ثابت ہوا دوسرے ستاروں کے اندرونی حالات کے مطالعہ کے لئے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ درحقیقت اگر ہمیں کسی ستارے کی کمیت، نصف قطر یا سطح کا درجۂ حرارت، اور اس کا مجموعی اشعاع معلوم ہو۔ تو ایک پیچیدہ طریقے سے ہم اس کے مرکزی درجۂ حرارت اور کثافت کا اندازہ کر سکتے ہیں جن ستاروں کا ہم ذکر کر چکے ہیں، ان کے بارے میں اس تجزیے سے جو نتائج حاصل ہو سکے ہیں۔ وہ نیچے جدول میں دئے گئے ہیں۔ اس کے علاوہ ایک گرام نجمی مادے سے جو توانائی حاصل ہوتی ہے۔ وہ بھی اس جدول میں درج ہے۔ اس کا اندازہ مطلق نوریت کے مشاہدے اور کمیتوں سے کیا گیا ہے۔

• اس جدول کے آخری دو کالموں سے یہ واضح ہو جاتا ہے کہ توانائی کی پیداوار پر درجۂ حرارت کا کتنا گہرا اثر ہوتا ہے۔ اگر ستارے کا اندرونی درجۂ حرارت دو کروڑ سے تین کروڑ بیس لاکھ ہو جائے تو فی گرام توانائی

کی پیمائش اٹھارہ سو گنا ہو جاتی ہے۔ حر نواتی عملوں میں اسی بات کی توقع ہوتی ہے۔ کیونکہ ان کی رفتار میں اضافہ درجہ حرارت کی بہت زیادہ قوت کے تناسب بڑھتا ہے۔

ستارے کا نام	کمیت سورج کے مقابلے میں	مرکزی کثافت پانی کے مقابلے میں	مرکزی درجہ حرارت سنٹی گریڈ	اکائی کمیت سے توانائی کی حاصل کردہ مقدار ارگ۔ گرام
کروگر ۶۰ بی	۶۰۱	۱۴۰	$۱۰^{۶}$ × ۱۴	۶۰۱
سورج	۱۶۰	۷۵	$۱۰^{۶}$ × ۲۰	۲
کلب جوزا	۲۶۴	۴۱ .	$۱۰^{۶}$ × ۲۵	۳۰
وائی سگنائی	۱۷۶۰	۴۶۵	$۱۰^{۶}$ × ۳۲	۳۶۰۰

ہم پچھلے باب میں دیکھ چکے ہیں کہ سورج کی توانائی کی پیدائش کلی طور پر کاربن اور نائٹروجن کے خود زا تعاملی دور کے باعث ہے جس میں سورج کے مادے کی ہائیڈروجن باقاعدگی سے ہیلیئم میں تبدیل ہو رہی ہے قدرتی طور پر اس سے یہ قیاس کیا جا سکتا ہے کہ اسی تعاملی دور سے اصلی سلسلے کے دوسرے تمام ستاروں میں توانائی پیدا ہوتی ہے۔ اوپر کے جدول میں ستاروں کا جو اندرونی درجۂ حرارت اور کثافت لکھی گئی ہے۔ اس کے لحاظ سے حرنواتی تعاملی دور سے توانائی کی متوقع مقدار ستاروں کی ظاہرا نوریت سے بہت زیادہ مطابقت رکھتی ہے۔ پس سورج کی طرح اصلی ستاروں کی زندگی کے سوتے بھی اس جوہری توانائی ہی سے پھوٹتے ہیں جو ہائیڈروجن کے ہیلیئم میں تبدیل ہوتے وقت خارج ہوتی ہے۔

ہلکے ستاروں میں مخالف تعامل

یہاں یہ بتادینا ضروری معلوم ہوتا ہے کہ اصلی سلسلے کے بیشتر ستاروں کے لئے کاربن اور نائٹروجن کا دور بڑی اہمیت رکھتا ہے لیکن کرہ گرہ ہی ایسے ہلکے ستاروں کے لئے اس عمل کا ایک نہایت اہم حریف ہے۔ ان "سرد" ستاروں کا مرکزی درجہ حرارت نسبتاً کم ہوتا ہے اور سست رفتار پروٹان کاربن یا نائٹروجن ایسے وزنی نواتوں میں آسانی سے نفوذ نہیں کر سکتے۔ ان حالات میں یہ ضروری ہے کہ ہم ایک بالکل مختلف نواتی تعامل کے امکان کو بھی مدِنظر رکھیں ایسا تعامل جو پروٹانوں ہی کے درمیان واقع ہو۔ اور جسے کسی وزنی عنصر کی موجودگی کی ضرورت ہی نہ ہو اس نئے تعامل کا مطالعہ امریکی ماہرِ طبیعیات چارلس کرچ فیلڈ (CHARLES CRITCHFIELD) نے کیا اس عمل میں دو پروٹانوں کے تصادم سے وزنی ہائیڈروجن کا نوات یا ڈیوٹران (دیکھو دوسرا اور تیسرا باب) بنتا ہے۔ اسے یوں لکھا جا سکتا ہے۔

$${}_1H^1 + {}_1H^1 \rightarrow {}_1D^2 + e^+ \text{ (مثبت الیکٹران)}$$

اس عمل سے ڈیوٹران کے جو نوات بنتے ہیں وہ ہیلیم کے وزنی نواتوں میں تبدیل ہو جاتے ہیں

$${}_1D^2 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^3 + \text{RADIATION ETC}$$

ڈیوٹران + ہائیڈروجن ← وزنی ہیلیم + اشعاع وغیرہ[1]

---

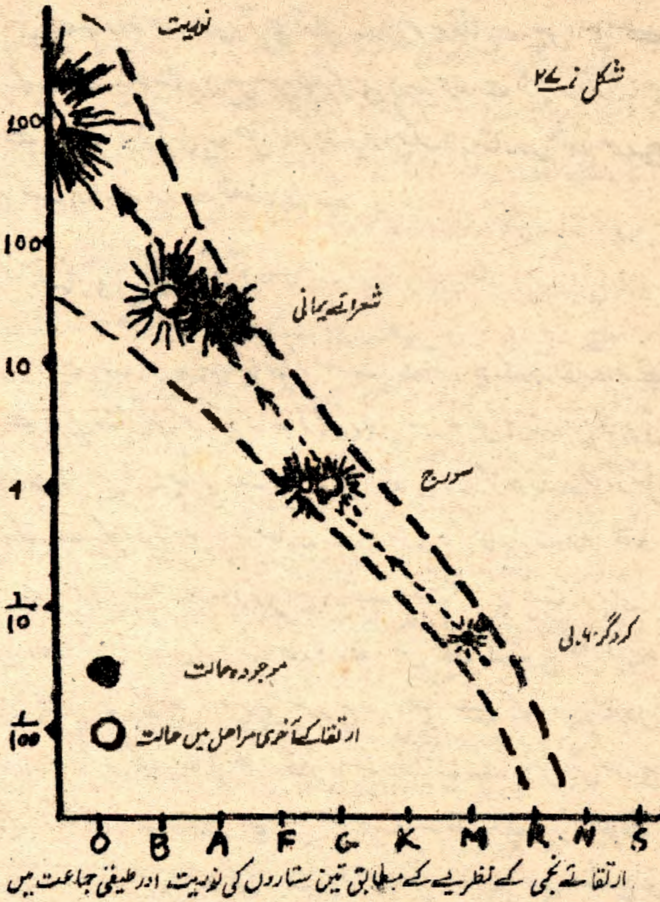
[1] یہاں وغیرہ کا مطلب یہ ہے کہ اس تعامل کے بعد کئی اور پیچیدہ عمل واقع ہوتے ہیں جن سے بالآخر عام ہیلیم ($_2He^4$) بنتی ہے

ٹھیک ٹھیک حساب لگانے سے یہ معلوم ہوتا ہے۔کہ ڈیڑھ کروڑ درجے پر اس تعامل کی اتنی ہی اہمیت ہے جتنی کاربن اور نائٹروجن کے دَور کی، اور اس سے کم درجۂ حرارت پر تو یہی تعامل زیادہ اہم ہوجاتا ہے۔ پس اصلی سلسلے کے ہلکے اور مدھم ستاروں میں، جن کا مرکزی درجۂ حرارت ڈیڑھ کروڑ یا اس سے کم ہے، توانائی کی پیدائش کا طریقہ زیادہ چمک دار ستاروں مثلاً سورج یا کلب جوزا سے قدرے مختلف ہوتا ہے۔

ستاروں کا ارتقا

پچھلے باب میں یہ بتایا گیا تھا کہ مصنف نے سورج کے ارتقا کے مطالعے سے یہ حیرت انگیز نتیجہ اخذ کیا تھا کہ جوں جوں سورج میں ہائیڈروجن کم ہوتی جائے گی، اس کا درجۂ حرارت اور مجموعی اشعاع لازماً بڑھ جائے گا۔ رُسل کے نقشے کے مطابق اس کا یہ مطلب ہے کہ سورج کو ظاہر کرنے والا نقطہ اپنے موجودہ مقام سے اوپر اور بائیں جانب حرکت کرتا ہوا نسبتاً گرم اور زیادہ روشن ستاروں کی طرف جا رہا ہے۔ اس تخمینے کے نتائج شکل نمبر ۲۷ میں ظاہر کئے گئے ہیں۔ اس میں سورج اور اصلی سلسلے کے دو اور ستاروں کلب جوزا اور کروگر ۶۰ بی، کا ارتقائی راستہ دکھایا گیا ہے۔ اس میں سورج کے ارتقا کا راستہ ستاروں کے اصلی سلسلے کے ساتھ ساتھ اوپر کو چلا جاتا ہے۔ اور صرف اس وقت کم نوریت کی طرف مائل ہوتا ہے جب اشعاع اپنی سابقہ مقدار سے سوگنا ہو جاتا ہے۔ پس دس ارب سال کے بعد ہمارا سورج

اتنا چمک دار ہو جائے گا جتنا اس وقت کلب جوزا ہے اور کلب جوزا خود کلب الراعی کے مغرب (U OPHIUCHI) کی نوریت کے قریب قریب ہو گا۔



ارتقائے نجمی کے نظریے کے مطابق تین ستاروں کی نوریت اور طیفی جماعت میں آئندہ یہ تغیرات واقع ہوں گے۔

اس کا مطلب یہ نہیں کہ سنہ ۱۹۴۰ ۱۰۰۰۰۰۰ء میں آسمان سنہ ۱۹۴۰ء کے مقابلے میں زیادہ روشن ہوگا اس وقت اگرچہ کچھ ستاروں کی نوریت بڑھ جائے گی لیکن بہت سے ستارے جو اس وقت سن بلوغ کو پہنچ چکے ہیں اس وقت تک ہائیڈروجن کا باقی ماندہ سرمایہ ختم کر چکے ہوں گے اور زوال پذیر ہو کر غائب ہونے کو ہوں گے۔ اس لحاظ سے رُسل کے نقشے میں ستاروں کی نقل مکانی انسانی سوسائٹی میں عصری تغیرات سے مشابہ ہے جس میں نئی نسلیں پرانی اور موت سے ہم کنار ہونے والی نسلوں کی جگہ لے رہی ہیں۔ لیکن جس طرح انسانی معاشرے میں شرح ولادت گر جانے سے بھی کسی جگہ کی آبادی تدریجاً متاثر ہو سکتی ہے اسی طرح ستاروں کی سوسائٹی بھی ان عوامل سے بہت زیادہ متاثر ہو سکتی ہے جو نئے ستاروں کی پیدائش کے ذمہ دار ہیں۔ اگر یہ سچ ہے اور اس بات کا قوی امکان بھی ہے کہ کائنات کی عمر کے ساتھ ساتھ ستاروں کی پیدائش کی رفتار گھٹ رہی ہے تو یہ بھی عین ممکن ہے کہ آسمان کی عام ہیئت عصری تغیر کے ساتھ ساتھ بدلتی جائے۔

یہاں یہ بتا دینا بھی ضروری ہے کہ مختلف کمیتوں والے ستارے اپنی ارتقائی زندگی کے مراحل مختلف رفتار سے طے کریں گے۔ وزنی اور زیادہ چمک دار ستارے ہلکے ستاروں کی نسبت اپنا ہائیڈروجن کا ذخیرہ زیادہ سرعت سے استعمال کریں گے۔ پس اگر دو ستاروں کی کمیت یکساں ہو اور وہ ہائیڈروجن کے یکساں سرمائے سے بیک وقت زندگی کا آغاز کریں تو جس وقت ہلکا ستارہ ارتقا کے عروج کی جانب رواں ہوگا۔ اس وقت وزنی ستارہ زندگی کے آخری سانس لے رہا ہوگا۔ مثال کے طور پر کلب جو ذا جر سورج کے مقابلے میں پندرہ گنا تیزی سے

"جل" رہا ہے۔ پندرہ گنا تیمیل کے ساتھ اپنی زندگی کا خاتمہ کر دے گا۔ اصلی سلسلے کے روشن ترین ستارے یعنی "نیلے دیو" چند لاکھ سال سے زیادہ زندہ نہیں رہ سکتے۔

ارتقائے نجمی اور کمیت اور نوریت کا تعلق

جس شخص نے بھی اس باب کا بنظر غائر مطالعہ کیا ہے۔ وہ یہاں ایک اہم اعتراض کر سکتا ہے۔

وہ یہ کہہ سکتا ہے "تم کہتے ہو کہ مختلف ستاروں کی نوریت اور ان کی کمیتوں میں ایک واضح تعلق موجود ہے۔ لیکن اگر ارتقا کے دوران میں ہر ستارے کی نوریت سو گنا ہو جائے تو ہمیں ایسے ستارے بھی ملنے چاہئیں جن کی کمیت یکساں ہو۔ اور نوریت مختلف ہو یا ایسے ستارے جن کی نوریت یکساں ہو لیکن ان کی کمیتوں میں بہت زیادہ تفاوت ہو کیا کمیت اور نوریت کا وہ تعلق جسے ایڈنگٹن نے ثابت کیا تھا، ارتقا کے اس نظریے کی عین ضد نہیں؟"

اس ظاہری الجھن سے نکلنے کے لئے ہمیں اس رفتار کی طرف زیادہ توجہ دینی چاہیئے جس سے ستارہ اپنی مختلف ارتقائی منزلیں طے کرتا ہے، کیونکہ اگر یہ معلوم ہو جائے کہ بہت سے ستارے ایک ہی ارتقائی مرحلے میں ہیں تو ہمارا مسئلہ حل ہو جاتا ہے۔ اس سے پہلے ہم دیکھ چکے ہیں کہ ستاروں میں توانائی پیدا کرنے والی بھٹی کی یہ عجیب و غریب خاصیت ہے۔ کہ جب ایندھن تھوڑا ہو تو وہ زیادہ تیزی سے جلتی ہے۔ گویا ارتقا کے ابتدائی مراحل

میں ستارہ اپنی ہائیڈروجن استعمال کرنے میں بخل کرتا ہے۔ لیکن آخری مراحل میں اسے فراخدلی سے صرف کرنے لگتا ہے۔ قدرتی طور پر ان مراحل میں زیادہ نوریت کے لئے جوہری توانائی کی پیدائش کی رفتار زیادہ ہونی چاہیئے اور اس کے مطابق ہائیڈروجن کی بھی زیادہ مقدار صرف ہونی چاہیئے۔ اس وضاحت سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ ستارہ ارتقا کے ابتدائی مراحل میں زیادہ وقت لیتا ہے۔ اور آخری مراحل سے نسبتاً تیزی سے گزر جاتا ہے۔ مثلاً یہ حساب لگایا گیا ہے کہ سورج اپنے ارتقا کے پہلے نصف دور میں اپنی کل زندگی کا نوے فیصد حصہ گزار دے گا اور اس کے دوران میں اس کی نوریت دس گنا ہو جائے گی۔ آخری نصف دور میں وہ زندگی کا صرف دس فیصد حصہ گزارے گا اور اس کی نوریت اس سے سو گنا ہو جائے گی اگر ہم اپنی مرضی سے کوئی ستارہ منتخب کریں تو زیادہ امکان یہی ہے کہ وہ ارتقا کے ابتدائی مراحل میں ہوگا نہ کہ آخری مراحل میں۔ اسی طرح اگر ایک عجیب و غریب سوسائٹی میں ہر فرد کا بچپن اس کی کل زندگی کا نوے فی صد ہو تو ہم دیکھیں گے کہ وہاں کی آبادی زیادہ تر بچوں پر ہی مشتمل ہوگی۔ پس جن ستاروں کو کمیت اور نوریت کا تعلق ظاہر کرنے والا خمیدہ خط بنانے کے لئے استعمال کیا گیا تھا ان میں صرف چند ستارے ہموار خمیدہ خط سے کچھ نمایاں انحراف ظاہر کریں گے اور در حقیقت ایسے چند ہی ستارے دیکھے گئے ہیں۔ جن کی نوریت معمول سے بہت زیادہ ہے۔

اکثر ستاروں کے ارتقا کی ایک ہی منزل میں ہونے کی دوسری وجہ یہ ہے کہ یہ کائنات ابھی تک نو عمر ہے۔ اندازہ ہے کہ دس ارب سال اور گزر جانے

کے بعد جب سورج کا تمام ایندھن جل جائے گا تو ہائیڈروجن کے ارتقا کا خاتمہ ہو جائے گا۔ دوسری طرف اس بات کی یقینی علامات موجود ہیں کہ ستاروں کی یہ کائنات زیادہ سے زیادہ دو ارب سال پہلے وجود میں آئی ظاہر ہے کہ اتنے قلیل عرصے میں ان ستاروں نے، جن کی چمک سورج کے ہم پلہ ہے ارتقا کے کوئی نمایاں مراحل طے نہیں کئے ہوں گے۔ پس اصلی سلسلے کے بالائی حصے کے صرف زیادہ روشن اور تیزی سے عمر بسر کرنے والے ستارے ہی اپنی تشکیل کے زمانے سے اس قسم کے تغیرات سے دوچار ہوئے ہوں گے اور اسی بالائی حصے میں کمیت اور نوریت کے تعلق سے نمایاں انحراف دیکھنے میں آتے ہیں۔

ستاروں کی جوانی اور بڑھاپا

اب تک ہم نے ارتقائے نجمی کے صرف اس حصے پر بحث کی ہے جس کا انحصار کثیر درجۂ حرارت پر واقع ہونے والے نواتی عملوں میں ہائیڈروجن کے صرف ہونے پر ہے۔ کاربن اور نائٹروجن کے تعامل دور کے لیے مرکزی درجۂ حرارت دو کروڑ ہونا چاہیئے مرکزی حصے کے اصل درجۂ حرارت تک پہنچنے سے پیشتر ستارے کی کیا حالت تھی؟ جب ستارہ اپنی تمام ابتدائی ہائیڈروجن استعمال کر لیتا ہے۔ اور اس کے پاس جوہری توانائی کا کوئی سرمایہ نہیں رہتا تو اس کی کیا حالت ہوتی ہے؟ کیا آسمان پر ایسے ستارے بھی ہیں جو ابھی عہد طفولیت میں ہوں یا بڑھاپے میں قدم رکھ چکے ہوں؟

ساتواں باب

سُرخ دیو اور سُورج کی جوانی

چند مثالی سُرخ دیو

آپ پڑھ چکے ہیں کہ سرخ دیووں کی جسامت بہت زیادہ اور انکی سطح کا درجۂ حرارت بہت کم ہے۔ اس قسم کے ستاروں کی ایک مخصوص مثال عیوق (CAPELEA OR α AURIGAE) ہے جو تاریکین تاروں بھرے آسمان سے دلچسپی رکھتے ہیں وہ اس ستارے سے مانوس ہوں گے۔ دوربین سے مشاہدہ کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ عیوق دراصل دوہرے ستارے کا نظام ہے جس کے دو ارکان ایک دوسرے کے گرد قریب قریب گردش کرتے ہیں۔ ان میں جو رکن مدھم ہے اسے عیوق ب (CAPELLA B) کہتے ہیں اور یہ اصل سلسلے کا طبعی ستارہ ہے۔ لیکن زیادہ روشن اور بڑے رکن 'عیوق الف' (CAPELLA -A) کی خاصیتیں دوسرے بے شمار ستاروں کے مقابلے میں غیر معمولی ہیں۔ اس عظیم الجثہ ستارے کا قطر سورج سے دس گنا ہے۔ اور اس کا اشعاع سو گنا ہے۔ اگر اصلی سلسلے کے کسی طبعی ستارے کی نوریت اتنی زیادہ ہو تو ہمیں توقع ہوگی کہ اس کی سطح کا درجۂ حرارت بھی بہت زیادہ

ہو گا۔ لیکن مشاہدات سے معلوم ہوتا ہے کہ عیوق ا تقریباً اسی طیفی گروہ سے تعلق رکھتا ہے۔ جس سے ہمارا سورج، گویا یہ اپنی طبعی سرخی سے زیادہ سرخ ہے۔

شکل نمبر ۲۸ میں رسّل کے نقشے کا بالائی کونا دکھایا گیا ہے۔ اس میں ہم دیکھتے ہیں کہ یہ ستارہ اصلی سلسلے سے کافی پرے واقع ہے اور اسے ایک مثالی سرخ دیو کے طور پر پیش کیا جا سکتا ہے۔ اس نظام کے دونوں ستاروں کی اضافی حرکت سے اس کی کمیت کا جو تخمینہ لگایا گیا ہے، اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ یہ سورج سے صرف چار گنا ہے گویا سورج کے مادے کے مقابلے میں عیوق ا کی اوسط کثافت $\frac{1}{250}$ واں حصہ ہے یا پانی سے ۰۰۵ء۰ گنا ہے کثافت کی یہ کمی سرخ دیو کی ایک اہم خاصیت ہے اور اس کا مادہ اصلی سلسلے کے طبعی ستاروں کی نسبت زیادہ لطیف ہوتا ہے۔

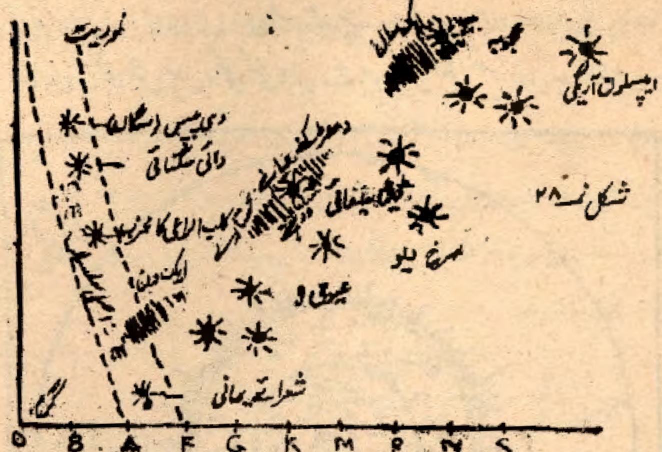
سرخ دیو کی ایک اور مخصوص مثال عیوق کے مجموعۂ نجوم کا ایک اور ستارہ ہے جسے زیٹا آریگی کے (K AURIGAE ع) کہتے ہیں اس کی کمیت سورج سے ۱۵ گنا ہے لیکن قطر ۱۵۱ گنا سے بھی زیادہ ہے۔ اس لئے اس کی اوسط کثافت پانی کے مقابلے میں ۰۰۰۰۰۵ء۰ ہے[2]۔ یہ ستارہ اگرچہ عیوق ا سے ۵۷ گنا روشن ہے لیکن یہ سرد طیفی گروہ ایم (M) سے تعلق رکھتا ہے اور

---

[1] عیوق ا کا اشعاع بالکل سرخ نہیں ہوتا بلکہ زردی مائل ہوتا ہے۔ لیکن پھر بھی اس کی رنگت اس قسم کے زیادہ روشن طبعی ستارے سے زیادہ سرخ ہے۔

[2] اس ستارے کے مرکزی حصے میں کثافت ۰۰۰۱ء۰ ہو جاتی ہے۔

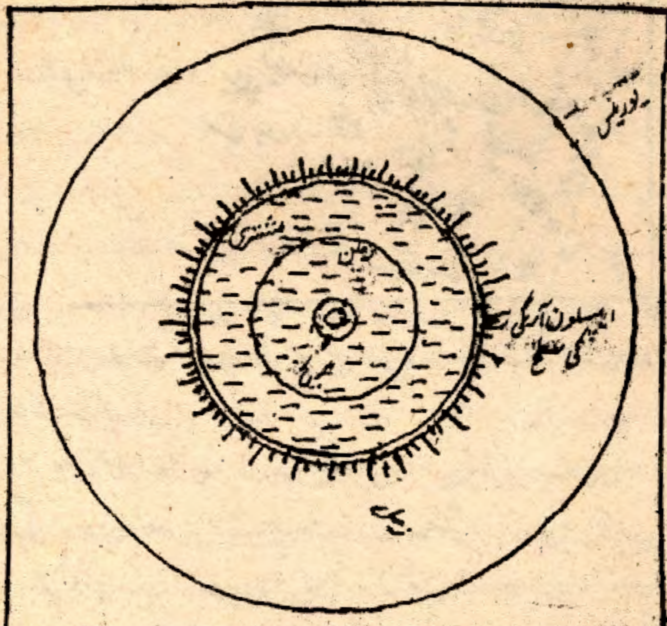
دوسرے ستاروں کے مقابلے میں کافی سرخ نظر آتا ہے۔



رسل کے نقشے کا بالائی حصہ، جس میں سرخ دیلو اور دھڑکنے والے ستاروں کا علاقہ دکھایا گیا ہے۔

لیکن عظیم الجثہ سرد ستاروں کی بہترین مثالیں یرکیز کی رصدگاہ میں ایپسلون آریگی (E AURIGAE) کے حالیہ مشاہدات سے منکشف ہوئی ہیں۔ کہیں یہ نہ سمجھ لیا جائے۔ کہ سرخ دیلو مجموعۂ نجوم آریگا (AURIGAE) ہی کو ترجیح دیتے ہیں اور نہ یہ خیال کیا جائے کہ مصنف مثالیں منتخب کرنے کے لئے اسی مجموعۂ نجوم کو ترجیح دیتا ہے یہ محض ایک اتفاق ہے۔ ان مشاہدات سے معلوم ہوا کہ یہ ستارہ حقیقت میں دوہرا نظام ہے اور اس کے ارکان میں سے ایک جسے ایپسلون آریگی نمبر ا (E AURI GAE I) کہتے ہیں۔ اتنا جسیم اور سرد ہے کہ اس کا شعاع زیادہ تر زیر سرخ شعاعوں پر مشتمل ہوتا

ہے۔اسی لئے اس ستارے کا نام لکھتے وقت ساتھ نمبرا لکھا جاتا ہے۔ ہارورڈ کی قدیم طیفی گروہ بندی میں اس قسم کے بہت ہی کم درجۂ حرارت (۰۰ء۹) والے ستاروں کی گنجائش نہیں رکھی گئی اس لئے ہم انہیں محض قسم اوّل کہہ سکتے ہیں۔



شکل نمبر ۲ ایپسلون آریگی I اور نظامِ شمسی کی اضافی جسامت

اگرچہ اس ستارے کی جسامت سورج سے صرف ۲۵ گنا ہے۔ لیکن اس کا قطر سورج سے دو ہزار گنا ہے یہ ستارہ اتنا بڑا ہے کہ نظامِ سیارگان مشتری اور زحل کے مدار سمیت، اس میں سما سکتا ہے اور صرف نیپچون اور یورینس

باہر رہ جاتے ہیں (شکل ۲۹)

اس عظیم جسامت کے مطابق اس کی اوسط کثافت بلحاظ پانی صرف ۰۰۳ ۰۰۰۰۰۰۰۰۰۶ ہے۔

یہاں ہم نے صرف اوسط کثافت کا ذکر کیا ہے۔ کسی گیسی جسم میں جوں جوں مرکزی حصوں کی طرف جائیں۔ کثافت بڑھتی جاتی ہے۔ اور بالخصوص سرخ دیو کے بارے میں تو یہ ثابت کیا جا چکا ہے کہ اس کی کثافت میں بہت زیادہ اضافہ ہوتا ہے۔

سُرخ دیو ستاروں کے اندر

"سُرخ دیو ستاروں" کے اندرونی طبیعی حالات کی تحقیق کے لئے ہم وہی طریقہ استعمال کر سکتے ہیں جو ہم نے سورج اور اصلی سلسلے کے ستاروں استعمال کیا تھا۔ اس کی سطح کے حالات کا براہِ راست مشاہدہ کر کے ہم آہستہ آہستہ اس کے اندرونی حصے کی طرف بڑھ سکتے ہیں اور بالآخر اس کے مرکز کا درجۂ حرارت، کثافت اور دباؤ کی قیمت معلوم کر سکتے ہیں

اس تجزیے سے یہ واضح ہو جائے گا کہ اگرچہ سرخ دیو ستاروں کے مرکزی درجہ ہائے حرارت ان کی سطح کے درجہ ہائے حرارت سے بہت زیادہ ہیں۔ تاہم سورج اور دوسرے طبعی ستاروں کے مرکزی درجوں سے پھر بھی کم ہی ہیں مثلاً سورج کے دو کروڑ درجۂ حرارت کے مقابلے میں بیٹلجوز کا درجہ حرارت پچاس لاکھ اور زیٹا آریگی کے (AURIGAE K) کا صرف بارہ لاکھ ہے۔ عظیم الجثہ لطیف ستارے ایپسون

آیگی بٹہ کا مرکزی درجۂ حرارت غالباً دس لاکھ سے بھی کافی کم ہے۔

اگرچہ ارضی معیارِ حرارت کے مطابق ان ستاروں کا اندرونی درجۂ حرارت بہت زیادہ ہے۔ لیکن ان درجہ ہائے حرارت پر بہت کم حرنواتی تعامل جاری رہ سکتے ہیں۔ بالخصوص بیتھے کے کاربن اور نائٹروجن دور کے لئے، جو سورج اور دوسرے طبعی ستاروں کی توانائی کا ذمہ دار ہے، یہ درجۂ حرارت "نواتی کہر" کی مانند ہوگا اور یہ عمل تقریباً رک جائے گا اور شاید ہی اس سے توانائی کی کچھ مقدار خارج ہو سکے۔ یہی حال کرچ فیلڈ کے ڈیوٹران ساز عمل کا ہوگا۔

ان نسبتہً سرد ستاروں کے لئے جوہری توانائی کے مناسب ذرائع معلوم کرنے کے لئے ہمیں ایسے نواتی عمل تلاش کرنے چاہئیں جو مندرجہ بالا دو عملوں سے کم درجۂ حرارت پر جاری رہ سکیں۔ اس کتاب کے مصنف اور اس کے رفیقِ کار، ڈاکٹر ایڈورڈ ٹیلر (DR EDWARD TELLER) نے اس مسئلے پر ۱۹۳۶ء میں تحقیق کی۔ اس تحقیق کے نتائج سے سرخ دیو میں توانائی کی پیدائش کے معمے کی تسلی بخش وضاحت پیش کی جا سکتی ہے۔

ہلکے عناصر کے تعامل

ہم دیکھ چکے ہیں کہ جن عملوں کا آغاز کرنا سب سے آسان ہے وہ پروٹان اور دوری نظام کے ہلکے عناصر کے نواتوں کے درمیان واقع ہوتے ہیں[1]۔ کاربن

---

[1] ان میں پروٹان اور پروٹان کے تعامل سے ڈیوٹران کی پیدائش کا عمل شامل نہیں کیونکہ الیکٹران کے اخراج کے کم امکانات ہونے کے باعث یہ عمل نسبتہً سست ہے۔

اور نائٹروجن سے ہلکے عناصر کے درمیان جتنی بھی نواتی تبدیلیاں ممکن ہو سکتی ہیں وہ تعداد میں چھ ہیں اور مندرج ذیل ہیں۔

(1) ${}_1D^2 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^3$ + RADIATION (اشعاع)

(2) ${}_3Li^6 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^3$

(3) ${}_3Li^7 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^4$

(4) ${}_4Be^9 + {}_1H^1 \rightarrow {}_3Li^6 + {}_2He^6$

(5) ${}_5B^{10} + {}_1H^1 \rightarrow {}_6C^{11}$ + RADIATION (اشعاع)

(6) ${}_5B^{11} + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^4 + {}_2He^4$

نواتی طبیعیات کے بارے میں جو معلومات موجود ہیں ان کی مدد سے ہر عمل میں جوہری توانائی کے اخراج کی رفتار کا اندازہ لگایا جا سکتا ہے۔ اس حساب سے یہ عمل تین واضح اقسام میں تقسیم کئے جا سکتے ہیں۔

پہلی قسم میں صرف وہ تیز رفتار تعامل شامل ہے جو ڈیوٹران اور پروٹان کے درمیان واقع ہوتا ہے۔ (۱)۔ ان دونوں ذرات کا برقی بار بہت کم ہے۔ اس لئے اس تعامل سے بہت کافی توانائی خارج ہوتی ہے۔ چاہے درجۂ حرارت دس لاکھ درجے کتنا ہی کم کیوں نہ ہو۔

دوسری قسم میں لیتھیم کے دونوں ہم جاؤں کے سست عمل (۲ ۳) بریلیئم کا عمل (۴) اور بورون کے وزنی ہم جا کا عمل (۶) شامل ہیں۔ ان عملوں کے لئے تیس لاکھ اور ستر لاکھ کے درمیان درجہ حرارت کی ضرورت ہے

تیسری قسم میں بورون کے ہلکے ہم جا کا عمل شامل ہے جو اور بھی

زیادہ سست ہے (۵) یہ عمل واقع ہونے کے لئے جو درجہ حرارت درکار ہے وہ اصلی سلسلے کے ستاروں کے مرکزی درجۂ حرارت سے ذرا سا ہی کم ہے۔ اس خاص عمل کے سست رفتار ہونے کا سبب یہ ہے کہ اس تبدیلی میں گاما شعاعیں خارج ہوتی ہیں۔ جن سے اس عمل کے واقع ہونے کے امکانات کافی کم ہو جاتے ہیں۔ ہمیں یہ بخوبی معلوم ہے کہ کسی نواتی ذرے کے اخراج کے مقابلے میں گاما شعاعوں کے اخراج کا امکان کئی لاکھ گنا کم ہے۔ اس لئے اس قسم کے عمل کو ایک معقول رفتار سے جاری رکھنے کے لئے درجہ حرارت میں اضافے کے ذریعے ذرہ باری کی شدت کو بڑھانا ضروری ہے[1]۔

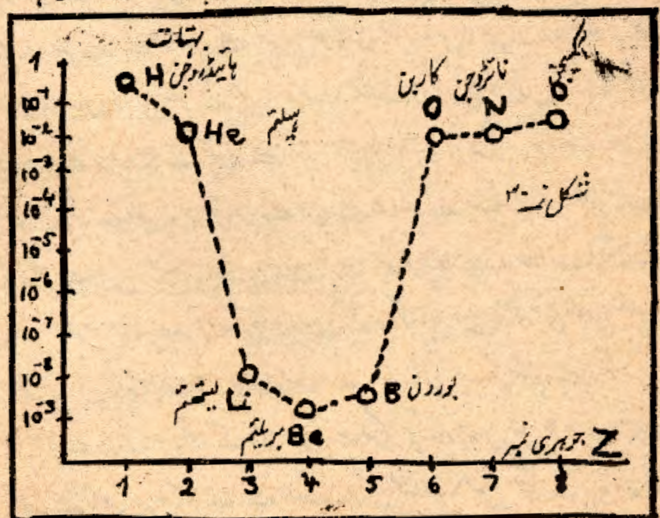
چونکہ تعامل کی مندرجہ بالا تین اقسام میں توانائی نسبتہً کم درجۂ حرارت پر خارج ہونا شروع ہو جاتی ہے۔ اس لئے توقع یہ ہے کہ دو کروڑ درجے پر جو سورج کا مرکزی درجۂ حرارت ہے، جوہری توانائی کا اخراج ناقابلِ یقین حد تک تیزی سے ہوگا۔ بلکہ اس درجۂ حرارت پر اگر سورج کے اندر ہلکے عناصر کی کوئی قابلِ قدر مقدار موجود ہو تو توانائی کا اخراج اتنا شدید ہوگا کہ سورج ایک دھماکے کے ساتھ پھٹ جائے گا۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ یہ

---

[1] فہرست میں پہلے عمل یعنی ڈیوٹران اور ہائیڈروجن کے عمل میں بھی گاما شعاعیں خارج ہوتی ہیں لیکن اس کے باوجود یہ عمل سب سے تیز ہے۔ گاما شعاعوں کے اخراج کے کم امکانات کی صعوبت سے زیادہ تلافی اس طرح ہو جاتی ہے کہ ان میں برقی بار کم ہونے کے باعث نوات کی حفاظتی دیواروں میں داخل ہونا آسان ہے۔ اگر ڈیوٹران اور ہائیڈروجن کا عمل بغیر اشعاع واقع ہو سکتا ہے تو اسکے عمل کے وقوع پذیر ہونے کا امکان موجودہ صورت سے کئی لاکھ گنا ہو جاتا

"خطرناک" عناصر سورج میں موجود نہیں۔ بالفرض ان عناصر کی کچھ مقدار ارتقا کے اولین مراحل میں موجود تھی تو سورج قدیم زمانے میں، جب اس کا مرکزی درجۂ حرارت موجودہ درجے سے کافی کم تھا، اسے کلیتہً "ختم کر چکا ہوگا۔

تاہم شمسی طیف کے تجزیے سے معلوم ہوتا ہے کہ اب بھی سورج کی فضا میں لیتھیم، بریلیئم اور غالباً بورون کی قلیل مقدار موجود ہے۔ یہ عناصر زمین میں موجود ہیں۔ اس سے یہ گمان ہوتا ہے کہ جس وقت زمین اپنے مرکزی جسم سے علیحدہ ہوئی تھی اس وقت کم از کم سورج کی بیرونی تہوں میں یہ عناصر ضرور موجود تھے لیکن زمین میں بھی ان ہلکے عناصر کی بہت قلیل مقدار پائی جاتی ہے جیسا کہ شکل نمبر ۳ سے واضح ہے۔ اس سے اس نتیجے کی تصدیق ہوتی ہے کہ



شکل نمبر ۳ کائنات میں ہلکے عناصر کی اضافی بہتات

یہ عناصر تاریخ کائنات کے ابتدائی دور میں ہی غائب ہو گئے تھے۔

پس ضمناً یہ ذکر کر دینا بھی مناسب معلوم ہوتا ہے کہ سورج اور دوسرے ستاروں کے اندرونی اور بیرونی حصوں کی کیمیائی ترکیب میں جو اختلاف پایا جاتا ہے۔ وہ عناصر کی ابتدا اور کائنات کے ارتقا کے ابتدائی مدارج کے مسائل کے لئے بڑا اہم ہے۔

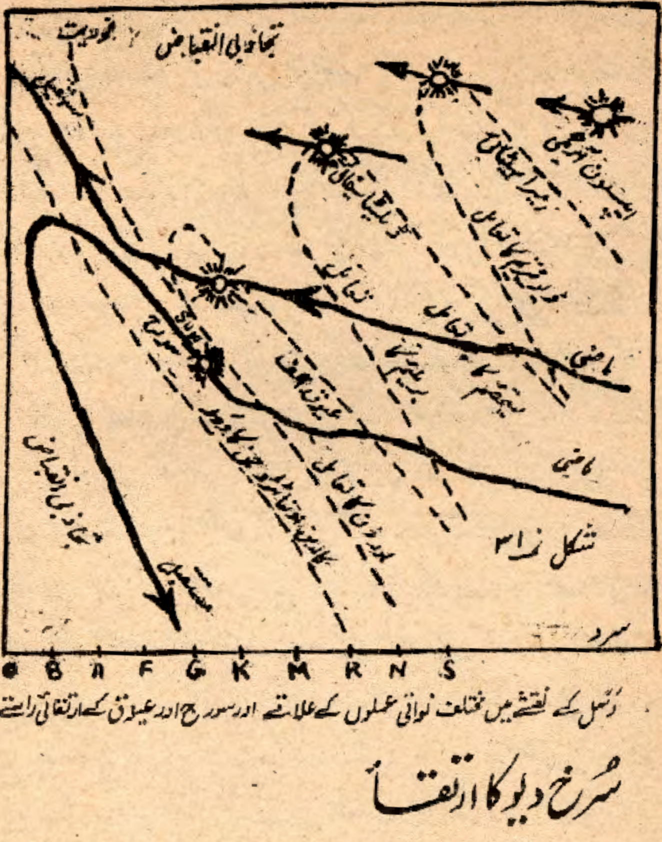
سُرخ دیو میں ہلکے عناصر کا تعامل

اب ہم اپنے اصلی مسئلے کی طرف رجوع کرتے ہیں یعنی یہ کہ سرخ دیو کی توانائی کے ماخذ کیا ہیں؟ اوپر کی بحث سے یہ واضح ہو گیا ہے۔ کہ ہائیڈروجن اور دوسرے ہلکے عناصر کے درمیان حرنواتی عمل دس لاکھ اور دو کروڑ درجے کے درمیان واقع ہوتے ہیں۔ یہ حدود مختلف "سرخ دیووں" کے مرکزی درجہ ہائے حرارت کے تخمینے سے ملتی جلتی ہیں۔ قدرتی طور پر ہم اس سے یہ نتیجہ اخذ کرتے ہیں کہ یہ ستارے ان ہلکے عناصر کے سرمایے کو ابھی تک "جلا" رہے ہیں۔ جنہیں سورج مدتوں پہلے ختم کر چکا ہے۔ حساب لگانے سے معلوم ہوتا ہے کہ سرخ دیووں کے مراکز میں ان عناصر کی قلیل سی مقدار ان کے اشعاع کے لئے مناسب توانائی مہیا کر سکتی ہے۔

اب چونکہ اس قسم کے ستاروں کے مرکزی درجوں میں بڑا تفاوت ہے اس لئے ہمیں ہر ستارے کے حسب حال مختلف عمل منتخب کرنا ہو گا مثال کے طور پر سب سے سرد سرخ دیو جیسے ایپسلون آریگی نمبر اللہ رُسُل

کے نقشے میں اس کے بعید ترین ہمسایے، زیادہ تر ڈیوٹیریم اور ہائیڈروجن کے تعامل سے نوندہ ہیں اور ان میں لیتھیم، بریلیئم اور بورون کے ذخیرے ابھی تک ویسے کے ویسے محفوظ ہوں گے۔ اس کے برعکس عیوق ؔ اور زیٹا آریگی ایسے ستارے ڈیوٹیریم کے تمام وسائل ختم کر چکے ہوں گے اور اب ان عناصر کو استعمال کر رہے ہوں گے جن کا ذکر دوسری قسم کے عملوں میں کیا گیا ہے۔ اب رُسل کے نقشے میں وہ سرخ دیو دیکھیں جو اصلی سلسلے کے قریب واقع ہیں۔ یہ ستارے توانائی پیدا کرنے کے لئے بورون کا ہم جا، B^{10} استعمال کر رہے ہوں گے جونہی ان میں ہلکے عناصر کا ایندھن ختم ہو جائے گا یہ طبعی ستاروں کے گروہ میں شامل ہو جائیں گے۔ شکل نمبر ۱۳ میں رُسل کے نقشے کے مختلف حصوں کا خاکہ دیا گیا ہے اس خاکے میں ہر حصے کے لئے جو جو نواتی عمل زیادہ اہم ہے اسے ظاہر کیا گیا ہے۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ نچلے حصے کے سوا ستاروں کے اصلی سلسلے میں توانائی پیدا کرنے کا ایک ہی ذریعہ ہے۔ یعنی کاربن اور نائٹروجن کا دور۔ لیکن سرخ دیوؤں والے علاقے میں کئی قسم کے ستارے شامل ہیں جو اپنی بھٹیوں میں مختلف قسم کے ایندھن استعمال کرتے ہیں۔ مختلف ہلکے عناصر کے تعامل ظاہر کرنے والے حصے اکثر ایک دوسرے پر منطبق ہو جاتے ہیں۔ اس لئے کئی ستارے ایسے بھی ہوں گے جن میں توانائی پیدا کرنے کے لئے دو یا ممکن ہے۔ تین عناصر کی بڑی اہمیت ہو گی۔

(شکل نمبر ۱۳ اگلے صفحہ پر ہے)



رَسل کے نقشے میں مختلف نوانی عملوں کے علاقے اور سورج اور عیوق کے ارتقائی راستے

سُرخ دیو کا ارتقاء

ہلکے عناصر کے ان عملوں میں، جو سرخ دیو کو توانائی مہیا کرتے ہیں، اور سورج کے عمل میں ایک خاص فرق ہے۔ ان عملوں میں کاربن اور نائٹروجن کے دَور جیسی خود نمائی خاصیت نہیں پائی جاتی اور ان عملوں میں جو ذرات حصہ لیتے ہیں وہ کسی بھی اپنی پہلی صورت میں واپس نہیں آتے۔ ہائیڈروجن

کو ہیلیم میں منتقل کرنے میں کاربن اور نائٹروجن صرف عمل انگیز کا کام دیتے ہیں لیکن اس کے برعکس ڈیوٹیریم، لیتھیم، بریلیئم اور بورون توانائی کی پیدائش کے دوران میں تیزی سے غائب ہوتے رہتے ہیں۔ لہٰذا ستارہ بطور سرخ دیو اپنے ارتقا کے ہر مرحلے میں جتنا وقت لیتا ہے وہ اس وقت سے کہیں کم ہوتا ہے جو وہ اصلی سلسلے کی حالت[1] میں لیتا ہے اور بچپن کے یہ تمام مراحل ہر ستارے کی کل ارتقائی زندگی کا قلیل حصہ ہوتے ہیں۔

اب ہم ستاروں کے ارتقا کی ابتدائی منازل کا ایک عمومی خاکہ پیش کر سکتے ہیں اور اسی کے آئینے میں ہم سورج کا ماضی بھی دیکھ سکتے ہیں۔ اس خاکے کے مطابق ہر ستارہ اپنی زندگی کا آغاز لطیف اور سرد گیس کے ایک عظیم کرے کی صورت میں کرتا ہے۔ جس میں تمام کیمیائی عناصر موجود ہوتے ہیں۔ اس کرے کے مختلف حصوں میں تجاذب کے باعث یہ آہستہ آہستہ سکڑتا ہے۔ اس لئے اس کے مرکز کا درجۂ حرارت بتدریج بڑھتا رہتا ہے۔ جونہی مرکزی درجۂ حرارت دس لاکھ کے قریب ہو جاتا ہے ستارے کے اندر پہلا نزاتی عمل (یعنی ڈیوٹیریم اور ہائیڈروجن کا تعامل) شروع ہو جاتا ہے۔ اس تعامل سے جو جوہری توانائی پیدا ہوتی ہے وہ ستارے کو مزید سکڑنے سے روکتی ہے اور ستارہ اس وقت تک کم و بیش پائدار حالت میں رہتا ہے جب تک اس میں ڈیوٹیریم کی اتنی مقدار باقی رہتی ہے۔ کہ

[1] اسکی وجہ یہ ہے کہ اصلی سلسلے کی حالت اسو قت تک باقی رہتی ہے جب تک ہائیڈروجن کی کچھ بھی مقدار موجود رہتی ہے۔ اور ہائیڈروجن نجمی مادے کا جزو اعظم ہے (۳۵ %)

تعامل جاری رہ سکے۔

جونہی ڈیوٹیریم کی مقدار اتنی کم ہو جاتی ہے کہ وہ اشعاع کے لئے توانائی مہیا نہیں کر سکتی، سکڑنے کا عمل دوبارہ شروع ہو جاتا ہے۔ یہ عمل اس وقت تک جاری رہتا ہے۔ جب تک مرکزی درجۂ حرارت اتنا زیادہ نہیں ہو جاتا کہ ہائیڈروجن اور لیتھیم کا تعامل شروع ہو جائے۔ جب یہ تعامل شروع ہو جاتا ہے۔ تو ایک دفعہ پھر ستارے کے سکڑنے کا عمل رک جاتا ہے۔

اس طرح ایک عمل سے دوسرے عمل تک جاتے ہوئے ستارے کا مرکزی درجۂ حرارت اور اس کی مجموعی نوریت آہستہ آہستہ بڑھتی جاتی ہے حتیٰ کہ سرخ دیو اصلی سلسلے کے قریب آ جاتا ہے۔ جہاں کاربن اور نائٹروجن کے نوات اپنا عمل انگیز فعل شروع کر دیتے ہیں۔ ابتدائی طور پر ستارے میں ہلکے عناصر کی مقدار ایک فیصد سے بھی کم ہوتی ہے۔ اسلئے سرخ دیو کی حالت میں ہلکے عناصر کے پوری طرح جل جانے سے ہائیڈروجن کی مجموعی مقدار میں معمولی کمی واقع ہوتی ہے لیکن جونہی ستارہ اصلی سلسلے میں قدم رکھتا ہے۔ اور مرکزی درجۂ حرارت اتنا زیادہ ہو جاتا ہے کہ کاربن اور نائٹروجن کا دَور جاری ہو سکے، اس وقت سے لے کر ہائیڈروجن بلا روک ٹوک صرف ہونے لگتی ہے حتیٰ کہ اس کا آخری جوہر ختم ہو جاتا ہے۔ اس موقعہ پر ستارہ آخری بار سکڑنے لگتا ہے۔ اور یہ عمل اسے موت کی جانب لے جاتا ہے۔

مصنف نے دو ستاروں کے بارے میں ارتقائے نجمی کے یہ تینوں مراحل شمار کئے ہیں۔ انہیں خطوط کے ذریعے شکل نمبر ۳۱ میں دکھایا گیا ہے۔ بالائی خط

میورتی ڈ کا ہے۔ اور یہ ستارہ ابھی تک "سرخ دیو" حالت میں ہے۔ جب اس کی نوریت موجودہ مقدار سے کئی گنا ہو جائے گی تو لازمی طور پر یہ ستارہ اصلی سلسلے میں داخل ہو جائے گا اور بالآخر یہ آسمان کے روشن ترین ستاروں میں شامل ہو جائے گا۔ نچلا خط سورج کا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ زمانۂ ماضی میں یہ بہت بڑے سرخ گیند کی مانند تھا اور اس کی چمک موجودہ چمک سے بہت کم تھی۔ جو ستارے اپنے ابتدائی دور میں ابھی سورج سے چھوٹے ہیں، ان کی نوریت اور سطح کا درجۂ حرارت اتنا کم ہوتا ہے کہ وہ تقریباً نظر نہیں آتے۔

دھڑکنے والے ستارے

ابتدائی مشاہدات سے ایسے ستارے معلوم ہوئے جن کی نوریت یکساں نہیں رہتی بلکہ باقاعدہ وقفوں سے بدلتی رہتی ہے۔ بہت سے ستاروں میں اس تغیر کی توضیح اس طرح کی گئی کہ یہ ستارے دراصل دوہرے ستارے ہیں جن کی حرکت کی سطح ہماری نگاہ کی سمت کے تقریباً متوازی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ گردش کے دوران میں وقتاً فوقتاً ایک ستارہ دوسرے ستارے کے سامنے آتا رہے گا۔ اور پچھلے ستارے کے بار بار جزوی گرہن میں آنے سے روشنی کی شدت دفعہ وار کم ہوتی رہے گی۔

شکل نمبر ۴۲ میں اس قسم کے گہنائے ہوئے متغیر ستاروں کا قیاسی خاکہ دیا گیا ہے۔ اور ساتھ ہی ایک خمیدہ خط کے ذریعے روشنی کی اُن تبدیلیوں کو ظاہر کیا گیا ہے۔ جو ستاروں کے ایک دوسرے کو ڈھانپ لینے سے پیدا ہوتی ہیں۔ وقت

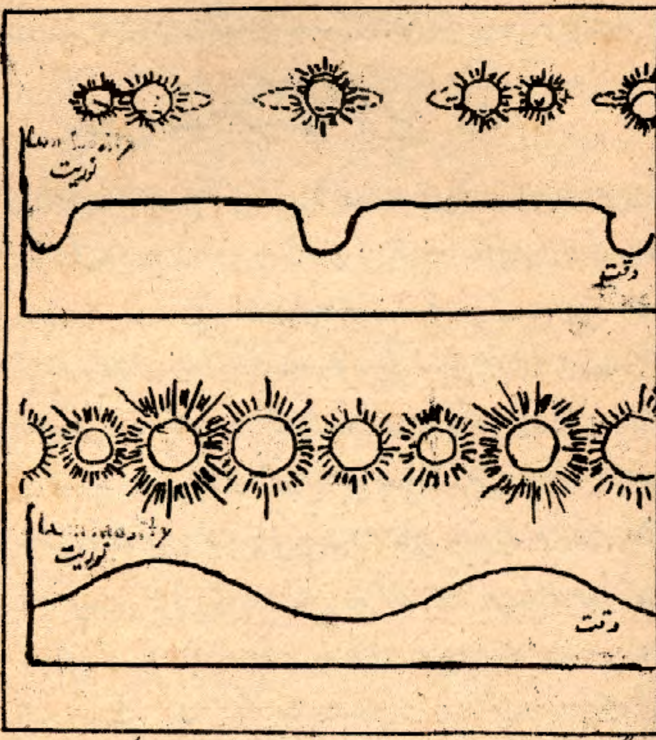
اور نوریت کے تعلق کو ظاہر کرنے والا یہ خط مخصوص تشکل کا ہے اور اس سے معلوم ہوتا ہے کہ ایک خاص وقفے کے بعد باقاعدگی سے ستارے کی روشنی یک دم کم ہو جاتی ہے۔ اور یکساں روشنی کا سلسلہ منقطع ہوتا رہتا ہے۔

آسمان کا بنظر غائر مطالعہ کرنے سے کئی دوسرے متغیر ستارے بھی نظر آتے ہیں۔ جن کی وضاحت ان سیدھے سادے مفروضے کی بنا پر نہیں کی جا سکتی ان ستاروں میں سب سے پہلے ڈیلٹا سیفائی (SCEPHEI) دریافت ہوا تھا اور اس کے نام پر انہیں سیفیڈ متغیر (CEPHEID VARIABLES) کہتے ہیں۔ ان کی نوریت میں بڑی بے قاعدگی سے آہستہ آہستہ تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ اس تبدیلی کو ایک عام لہردار خمیدہ خط سے ظاہر کیا جا سکتا ہے (دیکھئے تشکل ۲۳ کا نچلا حصہ) ان ستاروں کی نوریت کبھی انتہائی زیادہ ہوتی ہے اور کبھی انتہائی کم۔ یہ کمی بیشی پنڈولم کی ہم آہنگ حرکت سے مشابہ ہے۔ اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ستارے کا تمام جسم باقاعدگی سے دھڑکتا ہے اور اس کا قطر خاص حدود کے درمیان بڑھتا اور گھٹتا رہتا ہے۔ سیفیڈ متغیر ستاروں کے طیفی خطوط میں ڈاپلر[1] کا اثر مشاہدہ کرنے

---

[1] ڈاپلر کے اثر کا پہلے بھی ذکر کیا جا چکا ہے۔ اگر کوئی مبداء روشنی ناظر کے لحاظ سے حرکت کر رہا ہو تو روشنی کی رنگت بدل جاتی ہے۔ اگر کوئی مبداء دور ہٹ رہا ہو تو روشنی کے طیف کے تمام خطوط سرخ سرے کی طرف سرک جائیں گے۔ اگر مبداء دیکھنے والے کی جانب حرکت کر رہا ہو تو خطوط بنفشی حصے کی طرف سرک جائیں گے۔ پس اگر کسی ستارے کی سطح وقفہ وار ادھر ادھر حرکت کر رہی ہو تو ہم اس کے طیف اور ارضی مبداہائے روشنی کے طیف کا موازنہ کر کے ستارے کے طیفی خطوط کی میعادی جنبش معلوم کر سکتے ہیں۔

سے یہ ثابت ہوتا ہے۔کہ یہ ستارے گویا "سانس" لے رہے ہیں۔ اور ان کی سطح ایک خاص میعاد کے بعد ابھرتی اور نیچے جاتی ہے۔



گہنائے ہوئے اور دھڑکتے ہوئے متغیر ستاروں کی نوریت کے خمیدہ خطوط

شکل نمبر ۳۲

یہاں یہ بات یاد رکھنی چاہیئے کہ گہنائے ہوئے متغیر نظاموں کے ارکان اکثر اوقات اصلی سلسلے کے طبعی ستارے ہوتے ہیں۔ لیکن دھڑکنے کی خاصیت

خالصتہً شرخ دیو میں پائی جاتی ہے۔ دھڑکنے والے ستاروں کا ایک واضح علیحدہ گروہ ہے اور رُسل کے نقشے میں (شکل نمبر۱۴) یہ ستارے ایک تنگ پٹی کے اندر پائے جاتے ہیں جہاں لطیف اور سرد ستاروں کے خطے کی بالائی حد پر واقع ہے۔

ستاروں کے دھڑکنے کا نظریہ

سب سے پہلے ایڈنگٹن نے دھڑکنے والے گیسی کروں کا حسابی نظریہ پیش کیا۔ یہ نظریہ ایک طرف متغیر سیفیڈ ستاروں کے دھڑکنے کی میعاد (PULSATING PERIODS) اور دوسری طرف ان کی جسامت اور کمیتوں کے درمیان ایک دلچسپ تعلق ظاہر کرتا ہے۔ ستاروں کی دھڑکنوں کے قوانین ان قوانین سے بالکل مشابہ ہیں جو عام پیانو یا وائلن کے تاروں کے ہم آہنگ ارتعاش پر حاوی ہوتے ہیں۔ وائلن میں آواز کے امتداد یا تعددِ ارتعاش (PITCH) کا انحصار مرتعش تار کے طول اور اس کی کیست یا موٹائی پر ہے۔ ایک لمبا تار چھوٹے تار کی بہ نسبت نیچا سُر (LOW NOTE) پیدا کرے گا اور اگر مساوی طول کے دو تار ہوں تو موٹے تار سے نیچا سُر پیدا ہوگا۔ بالکل اسی طریقے سے گیسی ستاروں کے دھڑکنے کی میعاد ان کی جسامت اور کمیت کے ساتھ ساتھ بڑھتی جاتی ہے ایڈنگٹن کے نظریے سے یہ نتیجہ نکالا جا سکتا ہے کہ یہ میعاد اوسط کثافت کے مربع کی عین معکوس نسبت میں ہوتی ہے۔ جس کے یہ معنی ہیں کہ زیادہ لطیف ستارے کثیف ستاروں کی نسبت آہستہ دھڑکتے ہیں چونکہ ہم شرخ دیووں کے خاندان میں دیکھ چکے ہیں کہ جوں جوں کمیت اور نوریت

بڑھتی جاتی ہے توں توں اوسط کثافت کم ہوتی جاتی ہے۔ اس لئے ہم یہ نتیجہ نکالنے میں حق بجانب ہیں کہ زیادہ وزنی اور روشن ستاروں کے دھڑکنے کی میعاد لمبی ہوتی ہے۔ یہ تعلق سب سے پہلے ہارورڈ کے ماہر فلکیات۔ ایچ شیپلے (H-SHAPLEY) نے اپنے مشاہدات کی بنا پر ثابت کیا اور یہ تعلق ستاروں کے علم میں نہایت اہم ہے شکل نمبر ۲۸ میں رسل کے نقشے میں مختلف سرخ دیو ستاروں کے دھڑکنے کی میعادیں دکھائی گئی ہیں۔ ان کی قیمت چند گھنٹوں سے لے کر کئی سال تک چلی جاتی ہے۔

دھڑکنے والے ستاروں کے تین گروہ

بہت سے دھڑکنے والے متغیر ستاروں کے تفصیلی مطالعے سے معلوم ہوتا ہے۔ کہ میعاد کی تمام قیمتوں کی بہتات میں یکسانیت نہیں رہتی اور ان ستاروں کو میعاد کی مقدار کے لحاظ سے تین گروہوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ پہلے گروہ میں قلیل المیعاد یا جھرمٹ یا متغیر ستارے شامل ہیں۔ جن کی میعادیں چھ گھنٹے اور ایک دن کے درمیان ہوتی ہیں۔ ایسے بہت کم ستارے ہیں جن کی میعاد ایک دن اور ایک ہفتے کے درمیان ہو لیکن ایسے بہت سے ستارے ہیں جو ایک دھڑکن کے لئے ایک ہفتے سے تین ہفتے لیتے ہیں۔ اس دوسری قسم کے ستاروں میں مشہور ستارہ ڈیلٹا سیفائی (CEPHEI) شامل ہے اور اس گروہ کے ستاروں کو عام طور پر طبعی سیفیڈ (NORMAL CEPHEIDS) کہتے ہیں آخری قسم ان بے شمار ستاروں کی ہے جن کے دھڑکنے کی میعادیں ایک سال کے

قریب قریب ہوتی ہیں۔ یہ طویل المیعاد متغیر ستارے "اعجوبہ متغیر" (MIRA VARIABLES) کہلاتے ہیں۔ یہ نام اس قسم کے ستاروں کے ایک نمائندے اعجوبہ (MIRA CETA) کے نام پر رکھا گیا ہے جس کے معنی ہیں عجیب" اور یہ مجموعۂ نجوم قیطس (WHALE) کا ستارہ ہے۔

شکل نمبر ۲۸ میں دکھائے گئے رَسل کے نقشے میں ستاروں کے ان تینوں گروہوں کے مقام گہرے رنگ میں ظاہر کئے گئے ہیں۔ دھڑکنے والے ستاروں کو نقشے کے تین مختلف خطوں میں کیوں تقسیم کیا گیا ہے؟ اس کی توضیح سرخ دیو ستاروں میں توانائی کی پیدائش کے نظریے پر مبنی ہے جس کا ذکر اس باب کے شروع میں کیا جا چکا ہے اس سے صاف ظاہر ہے کہ ان ستاروں میں توانائی کی پیدائش تین مختلف قسم کے تواتی عملوں سے ہوتی ہے اور قدرتی طور پر یہ خیال ہوتا ہے کہ دھڑکنے والے ستاروں کے تین گروہ توانائی پیدا کرنے کے انہی تین طریقوں کے مطابق ہیں۔

شکل نمبر ۲۸ اور شکل نمبر ۳۱ کو بغور دیکھیں۔ شکل نمبر ۲۸ میں دھڑکنے والے ستاروں کے تین گروہوں کے خطے دیکھیں اور شکل نمبر ۳۱ میں اُن ستاروں کے مقام دیکھیں جو مختلف تواتی عملوں کے بل پر زندہ ہیں۔ ان تمام اشکال کا موازنہ کرنے سے فوراً اندازہ ہوتا ہے کہ جس تعلق کا ذکر اوپر کیا گیا ہے وہ لازماً صحیح ہے۔ معلوم ہوتا ہے کہ طویل المیعاد متغیر ستارے ڈیوٹران اور پروٹان کے تعامل سے توانائی حاصل کرتے ہیں۔ سیفیاء متغیر ستاروں میں لیتھیم، بریلیم اور دوسری بورون "جل" رہا ہے اور قلیل المیعاد متغیر ستارے صرف

کے ہلکے ہم جا کے بل بوتے پر زندہ ہیں۔

پس ان عظیم الجثہ ستاروں کی دھڑکنوں اور دَوری نظام میں کیمیائی عناصر کی ترتیب کے درمیان سادہ اور براہِ راست تعلق ثابت کیا جاسکتا ہے۔

ستارے کیوں دھڑکتے ہیں؟

ستارے کیوں دھڑکتے ہیں! پھر یہ کہ رُسَل کے نقشے میں ایک خاص تنگ خطّے میں واقع ستارے ہی کیوں دھڑکتے ہیں؟ بے شک ایسی ستاروں میں عدم توازن کئی وجوہات سے پیدا ہوسکتا ہے مثلاً دو ستارے ایک دوسرے کے قریب آجائیں یا کسی ستارے کے اندر اتفاقاً چھوٹا سا دھماکا واقع ہوجائے۔ لیکن اگر عدم توازن انہی وجوہات سے پیدا ہو تو دھڑکنے کا عمل کبھی کبھار واقع ہونا چاہئے۔ جس خطے میں دھڑکنے والے متغیر ستارے واقع ہیں۔ اس کی تنگی سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ یہاں ہمیں ایک مخصوص قسم کے حالات سے سابقہ ہے جو ستارے کی کل ارتقائی زندگی میں صرف ایک بار رو نما ہوتے ہیں

ابھی تک ان حالات کی اصلی نوعیت معلوم نہیں ہوسکی جن سے یہ عظیم ستارے غیر متوازن ہوجاتے ہیں حال ہی میں مصنف نے ایک مفروضہ پیش کیا ہے۔ جس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ستارے کے اندر توانائی پیدا کرنے والی نواتی اور تجاذبی قوتوں کے درمیان کشمکش سے دھڑکنیں پیدا ہوتی ہیں۔ حقیقتاً یہ ثابت کیا جاسکتا ہے۔ کہ رُسَل کے نقشے کے جس خطے میں دھڑکنے والے ستارے واقع ہیں۔ اس کی خصوصیت یہ ہے کہ حرنواتی عملوں سے توانائی

کی پیدا شدہ مقدار اس مقدار کے برابر ہوتی ہے جو ستارے کے تجاذبی انقباض سے پیدا ہوتی رہتی ہے۔ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ ستارے اس الجھن میں پڑ جاتے ہیں کہ توانائی کی پیدائش کا کون سا طریقہ منتخب کریں، اور دونوں طریقوں کے درمیان مذبذب رہتے ہیں۔ لیکن اس دلکش مفروضے کی مزید تصدیق ضروری ہے۔ اور اسے اس وقت تک حتمی نہیں قرار دیا جا سکتا جب تک طول اور پیچیدہ حساب نہ لگایا جائے۔

آٹھواں باب

سفید بونے اور جاں بلب سُورج

ارتقائے نجمی کا اختتام

پچھلے ابواب میں ہم اس نتیجے پر پہنچ چکے ہیں کہ آج سے ایک طویل عرصے کے بعد جب جوہری توانائی کے تمام چشمے خشک ہو چکے ہوں گے۔ تو سورج آخری بار سکڑنا شروع ہو جائے گا۔ اس عمل میں جو تجاذبی توانائی پیدا ہو گی وہ کچھ عرصے تک تو سورج کی حرارت اور روشنی کو برقرار رکھ سکے گی۔ لیکن جب سکڑنے کا عمل ختم ہونے کو ہو گا تو سورج کے اشعاع کی شدت آہستہ آہستہ کم ہونا شروع ہو جائے گی۔ پھر ایک اور طویل عرصے کے بعد ہمارا سورج بے جان مادے کا ایک بہت بڑا ٹکڑا بن کر رہ جائے گا جو ہمیشہ برف سے ڈھکا رہے گا اور اس کے گرد منجمد لیکن وفادار سیارے گردش کر رہے ہوں گے۔

جب ہم بے جان سورج کا ذکر کرتے ہیں تو ہمارا مقصد یہ ہوتا ہے کہ اسے بھی زمین کے مشابہ ایک کرہ نما پتھر سمجھیں جو جسامت میں زمین سے بہت بڑا ہے۔ ہمیں یہ بھی خیال آتا ہے کہ اس میں بھی زمین کی طرح

گرینائٹ[1] اور بسالٹ[2] کی نہیں موجود ہوں گی اور بیرونی تہہ سخت ہو جانے کے بعد بھی اس کا اندرونی حصّہ ایک طویل عرصے تک پگھلے ہوئے گرم مادے کی مانند رہے گا۔ لیکن بعینہٖ اسی وجہ سے کہ سورج زمین سے بہت بڑا ہے یہ مماثلت بالکل غلط ثابت ہوتی ہے۔ مادے کے جو خواص ہمیں معلوم ہیں ان سے ظاہر ہوتا ہے کہ سورج کا اندرونی حصّہ زمین یا کسی اور سیارے سے مختلف طبیعی حالت میں ہوگا۔

مادے کا مسمار ہونا

وہ کون سے طبیعی حالات ہیں جو سورج کو گرینائٹ کا ایک ٹکڑا نہیں بننے دیتے؟ ان حالات کے ادراک کے لئے فنِ تعمیر کے ایک پاگل ماہر کا تصور کیجئے۔ جو منزلوں کی تعداد طے کئے بغیر ہی عمارت بنانے لگتا ہے۔ جوں جوں عمارت بنتی جاتی ہے وہ مزید عمارتی سامان اوپر لئے جاتا ہے اور ہر روز چھت پر چھت بنائے چلا جاتا ہے۔ جو لوگ سول انجینئرنگ کے اصولوں سے واقف نہیں وہ بھی یہ بات بآسانی سمجھ سکتے ہیں کہ یہ طریقہ دیر سویر تباہی کا موجب ہوگا۔ بالائی منزلوں کے بوجھ سے نچلی دیواریں بیٹھ جائیں گی۔ سارا مکان پتھروں کا ایک بے ترتیب ڈھیر بن جائے گا جو عمارت کی ابتدائی منزل سے بھی کافی نیچا ہوگا اگر فنِ تعمیر کا ماہر عمارت سازی کے سامان کی محدود قوت برداشت

---

[1] خاص قسم کے معدنیات، ریت اور ابرق کا آمیزہ

[2] آتش فشاں چٹان۔

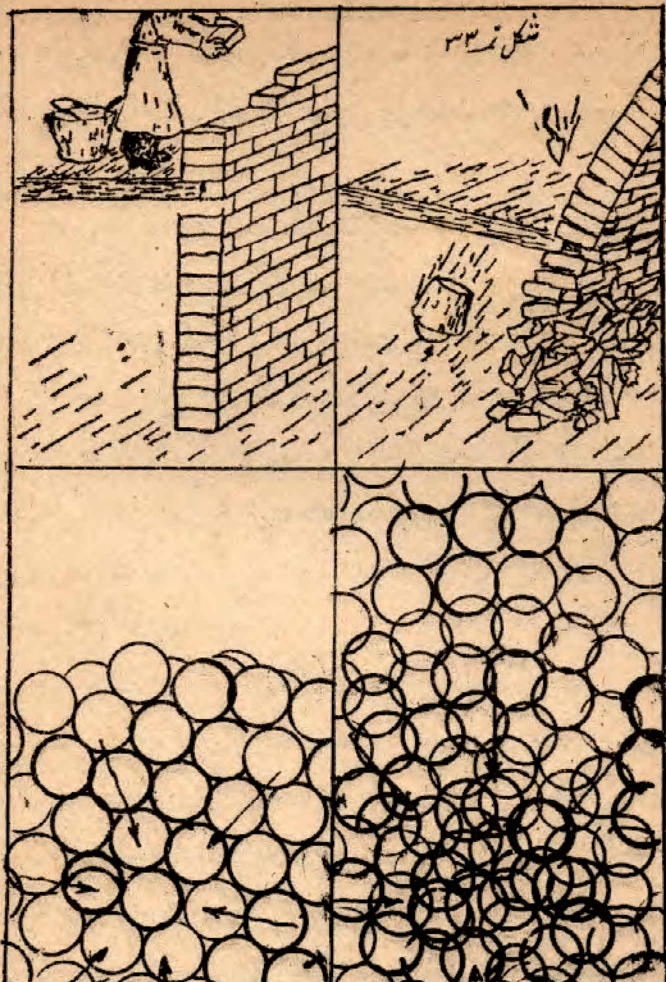
مدنظر نہیں رکھتا تو اس بے تدبیری کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ جونہی اس کی بنیاد پر دباؤ ناقابلِ برداشت حد تک بڑھ جاتا ہے۔ بنی بنائی عمارت دھڑام سے نیچے آ رہتی ہے۔

ٹھوس مادے سے بنے ہوئے بہت بڑے ستاروں کے سلسلے میں بھی اسی قسم کی مشکلات کا سامنا ہوتا ہے۔ ان کی بیرونی تہیں بہت وزنی ہوتی ہیں اسی بنا پر وہ ان کے مرکزی حصوں پر بہت زیادہ دباؤ ڈالتی ہیں۔ یہاں بھی یہی صورت پیش آ سکتی ہے۔ اگر دباؤ ایک خاص حد سے بڑھ جائے تو مادے کی مزاحمت ختم ہو سکتی ہے۔ اس اصول سے یہ لازم آتا ہے کہ ان سرد ستاروں کی جسامت ایک خاص حد سے زیادہ نہیں ہو سکتی۔ بہت بڑے اجسام میں اس حد سے تجاوز کا نتیجہ یہ ہوگا کہ محولہ بالا مثال کی طرح مادہ بالکل مسمار ہو جائے گا (شکل نمبر ۴۳)

آپ کہہ سکتے ہیں "یہ دونوں حالتیں مشابہ نہیں۔ عمارت کی دیواروں پر اوپر سے بہت زیادہ بوجھ پڑتا ہے۔ اور وہ اس بوجھ کے نیچے پھٹ کر پہلوؤں کی طرف بکھر جاتی ہیں۔ لیکن ایک بہت بڑے کرے کی صورت میں اس کے درمیانی حصے کے مادے پر چاروں طرف سے یکساں دباؤ اثر انداز ہوتا ہے اور بظاہر وہ کسی طرف بھی ٹوٹنا نہیں چاہیئے"۔

یہ بات فی الحقیقت صحیح ہے لیکن پھر بھی ایک سمت ایسی ہے جس میں کرہ مسمار ہو سکتا ہے ہم جانتے ہیں کہ مادہ بے شمار علیحدہ علیحدہ جوہروں پر مشتمل ہے۔ مادے کی ٹھوس حالت میں یہ جوہر ایک دوسرے کے قریب

شکل نمبر ۳۳



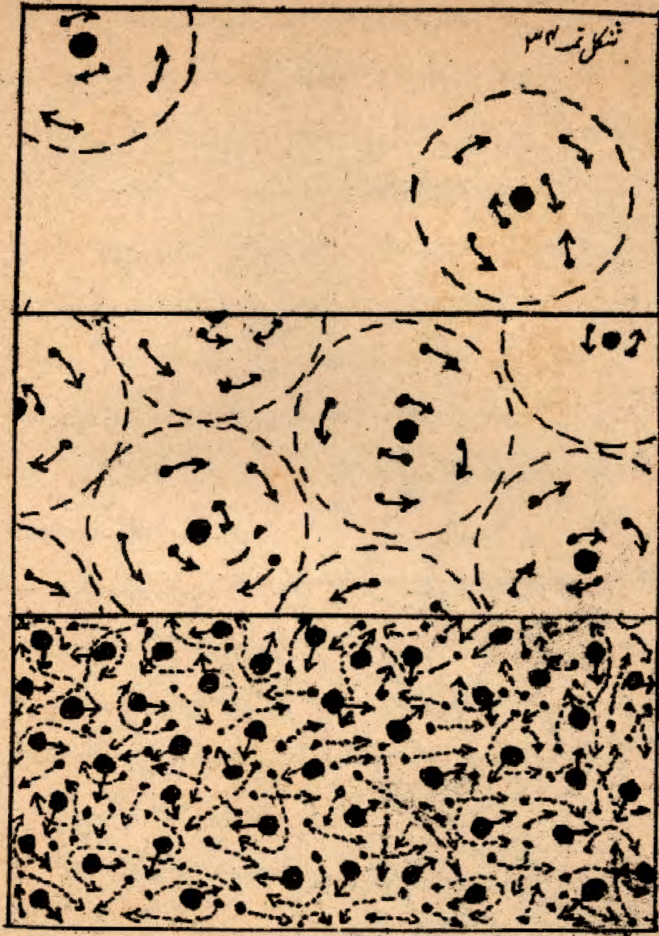
بہت زیادہ دباؤ کے اثر سے اینٹوں کی دیوار (بالائی شکل) اور جوہروں کا مسمار ہونا۔

قریب واقع ہوتے ہیں۔ لیکن ہمیں یہ بھی معلوم ہے کہ جوہر بالکل استوار

کرّوں کی طرح نہیں ہوتے جیساکہ ڈیمو قریطس کا خیال تھا۔ بلکہ ان میں ایک مرکزی نوات ہوتا ہے جس کے گرد الیکٹرانوں کے خول ہوتے ہیں جو ہر کے مختلف حصّوں کے درمیان جو قوتیں ہوتی ہیں وہ طبعی دباؤ پر ہر اس کوشش کی سختی سے مزاحمت کرتی ہیں جو ایک جوہر کو دوسرے کے ساتھ بھینچنا چاہتی ہے۔ پس اگر کسی ٹھوس جسم پر دباؤ بڑھا دیا جائے تو عملی طور پر اس کی کثافت میں کوئی فرق پیدا نہیں ہوگا لیکن مزاحمت کی بھی ایک خاص حد ہوتی ہے اور اگر دباؤ ایک خاص مقدار سے تجاوز کر جائے (یہ مقدار مختلف جوہروں کے لئے قدرے مختلف ہوتی ہے) تو الیکٹران کے خول ٹکڑے ٹکڑے ہوجائیں گے اور جوہر کچلے جائیں گے بالکل اسی طرح جیسے انڈوں سے خوب بھری ہوئی ایک ٹوکری کے نچلے حصے کے انڈے بالائی انڈوں کے بوجھ تلے کچلے جاتے ہیں۔

اس صورت میں ایک جوہر کے الیکٹران دوسرے کے الیکٹرانوں میں نفوذ کر جائیں گے اور انفرادی طور پر جوہروں کے گرد الیکٹران باقی نہیں رہیں گے — اس کچلے ہوئے جوہری مادے میں الگ الگ نواتوں کے گرد الیکٹرانوں کے ایک باقاعدہ نظام کی بجائے برہنہ نواتوں اور ہر بندھن سے آزاد الیکٹرانوں کی بھگدڑ مچی ہوئی ہوگی (شکل نمبر ۴۴)

ٹھوس حالت میں الگ الگ جوہروں کے الیکٹرانی خول ایک دوسرے میں نفوذ نہیں کر سکتے۔ اس وجہ سے یہ مادے کی استوار حالت ہے۔ لیکن مذکورہ بالا صورت میں یہ استواری ختم ہوجائے گی اور اس کی کثافت بیرونی دباؤ میں اضافے کے تناسب سے بڑھتی جائے گی۔ پس بہت زیادہ درجۂ حرارت



گیس، ٹھوس (یا مائع) اور مادے کی پگھلی ہوئی حالت۔

پھر مادے کی ٹھوس اور مائع حالت اپنے نام مفہوم کے مطابق باقی ہی نہیں رہتی اور مادے میں داب پذیری کی خاصیت دوبارہ پیدا ہو جاتی ہے۔

مادے کی پگھلی ہوئی حالت کے خواص

طبیعیات میں مادے کی اس حالت کو "گیسی حالت" کہتے ہیں جس میں بیرونی دباؤ کے اثر سے دب جانے کی بہت زیادہ خاصیت اور اس دباؤ کی عدم موجودگی میں غیر محدود طور پر پھیلنے کا رجحان پایا جائے۔ ہم مجبور ہیں کہ مذکورہ بالا پگھلے ہوئے مادے کو بھی گیس ہی کی ایک قسم تصور کریں۔ بے شک یہ گیس ان عام گیسوں سے مشابہ نہیں ہوگی جن سے ہمیں کلاسیکی طبیعیات میں سابقہ پیش آتا ہے۔ اگرچہ یہ بھی بے حد داب پذیر ہے۔ لیکن اس خاصیت سے قطع نظر یہ کسی پگھلی ہوئی بھاری دھات سے زیادہ ملتی جلتی نظر آئے گی۔ اندرونی ترکیب کے نقطۂ نظر سے مادے کی یہ نئی اور عجیب و غریب حالت عام گیسوں سے اور بھی مختلف ہوگی۔ اس میں علیحدہ علیحدہ جوہر یا سالمات نہیں ہونگے بلکہ یہ تیزی سے حرکت کرتے ہوئے جوہری اجزا کا ایک بے ڈول سا آمیزہ ہوگا۔

جس طرح کسی عام ٹھوس جسم کی استواری اس کے ان الیکٹرانوں کے ذریعے برقرار رہتی ہے۔ جو کوانٹمی مداروں" میں گردش کرتے ہیں، اسی طرح پگھلے ہوئے مادے میں لچک کی خاصیت کا انحصار بھی اس آمیزے کے الیکٹرانی جزو پر ہے نہ کہ نواتی جزو پر۔ چونکہ پگھلی ہوئی حالت میں حرکت کرنے کے لئے جگہ نہیں ہوتی، اس لئے یہ الیکٹران ان ناپائدار راستوں سے منحرف ہو جاتے ہیں جن پر علیحدہ علیحدہ جوہروں کی صورت میں حرکت کرتے تھے۔ جوہروں سے جدا ہو جانے کے بعد بھی یہ الیکٹران اس حرکی توانائی کو برقرار رکھتے ہیں جو صفر

مطلق پر ان میں موجود ہوتی ہے۔ اس نئی قسم کی گیس کا دباؤ زیادہ تر اسی توانائی کے باعث ہوتا ہے۔ پس صفر مطلق پر جو حرکت الیکٹرانوں کو نواۃ پر گرنے سے روکتی ہے۔ اور اس طرح جوہر کے وجود کو قائم رکھنے کا سبب بنتی ہے، وہی حرکت انتہائی کم درجۂ حرارت پر بھی پگھلے ہوئے مادے کے کثیر گیسی دباؤ کو برقرار رکھے گی۔

اطالوی ماہرِ طبیعیات این رِی کو فرمی (ENRICO FERMI) نے اس الیکٹرانی گیس کے خواص کی تحقیق کی۔ انہی لئے اکثر اوقات اسے فرمی گیس کے نام سے پکارا جاتا ہے۔ فرمی نے خاص طور پر یہ ثابت کیا کہ الیکٹرانی گیس یا دوسرے الفاظ میں پگھلے ہوئے مادے کا دباؤ کثافت کے اضافے کے ساتھ بڑی تیزی سے بڑھتا ہے۔ یہ دباؤ گیس کے حجم کی $\frac{5}{3}$ قوت کی معکوس نسبت میں ہوتا ہے۔

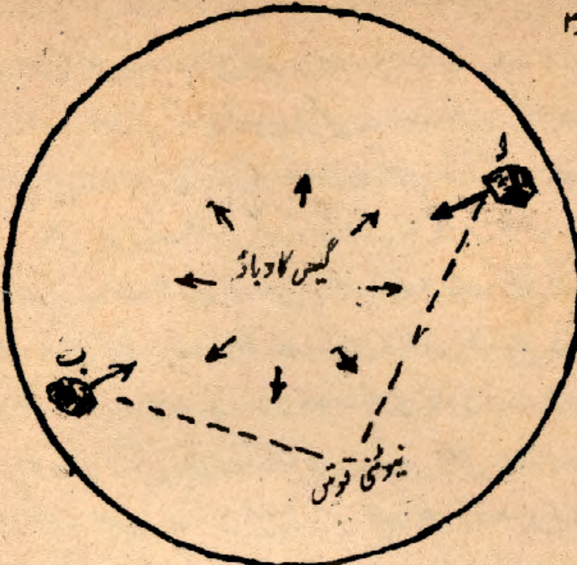
آسمانی پتّھر کی انتہائی جسامت کتنی ہوسکتی ہے؟

مندرجہ بالا بحث سے یہ واضح ہو چکا ہوگا کہ ایسے سرد اجسام بہت بڑے پتھر شمار نہیں کئے جا سکتے جو جسامت میں اتنے بڑے ہوں کہ اپنے مرکزی حصوں میں اس مخصوص دباؤ سے زیادہ دباؤ پیدا کر سکیں جو جوہروں کو پگھلنے کے لئے ضروری ہوتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جب دباؤ اس مخصوص مقدار سے زیادہ ہو جاتا ہے تو ان کے اندرونی حصے کے مادے میں ٹھوس کے خواص باقی نہیں رہتے بلکہ وہ ایک عام گیس کی مانند ہو جاتا ہے۔ اس لئے

اگر ہم کسی مسمار شدہ ستارے کی جسامت کا حال معلوم کرنا چاہیں تو ہمیں فرمی کی الیکٹرانی گیس کے دباؤ (جس سے اس کا اندرونی حصہ اٹا پڑا ہے) اور اس ستارے کے مختلف حصوں میں تجاذبی قوتوں (جو اس کے نصف قطر کو اور کم کرنے کے لئے کوشاں ہیں) کے درمیان توازن کی وجوہات کا تفصیلی مطالعہ کرنا چاہیئے۔

فرض کیجئے کہ ایک مخصوص کمیت اور نصف قطر کا بہت بڑا کرہ ہے جو پچلے ہوئے مادے سے بنا ہے اور اس میں گیس کے دباؤ اور کشش ثقل کی قوتوں کے درمیان توازن پیدا ہو چکا ہے۔ اگر اس کا نصف قطر تبدیل کئے بغیر اس کی کمیت دگنی کردی جائے تو کیا ہوگا؟ وہ مجموعی تجاذبی قوت جو اس کرے کو پچکانے کی کوشش کرتی ہے، کشش کی ان قوتوں پر مشتمل ہے۔ جو اس جسم کے مختلف حصوں کے مابین عمل پذیر ہیں جیسے شکل نمبر ۴۵ میں ا اور ب ٹکڑے کے درمیان۔ اگر سارے کرے کی کمیت دگنی کردی جائے تو ا اور ب کی کمیت دگنی ہو جائے گی۔ نیوٹن کے کلیے کے مطابق کشش کی قوتیں دونوں اجسام کی کمیتوں کے حاصل ضرب کے متناسب ہوتی ہیں۔ پس کمیتوں کو دگنا کرنے سے کرے کو پچکانے والی کل قوت چار گنا ہو جائے گی۔ اس کے برعکس فرمی کے کلیے کے مطابق کرے کی اندرونی الیکٹرانی گیس کے دباؤ میں چار گنا سے کچھ کم اضافہ ہوگا ($2^{\frac{5}{3}}$ = ۳،۱۷) اس لئے توازن برقرار نہیں رہے گا۔ کیونکہ تجاذبی قوتیں گیسی دباؤ سے زیادہ ہو جائیں گی اس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ کرہ سکڑنا شروع ہو جائے گا حتیٰ کہ اس کے پہلے سے کسی قدر کم نصف قطر تک سکڑنے کے بعد توازن دوبارہ قائم ہو جائے گا۔

شکل نمبر ۲۵



(گیس کے ایک بہت بڑے کرے میں گیسی دباؤ اور تجاذبی قوتوں کے درمیان تصادم)

اس سے ظاہر ہے کہ یہ پگھلا ہوا مادہ کوئی ایسی موزوں شے نہیں جس سے بہت بڑے اجسام کی تشکیل ہو سکے۔ جتنا زیادہ مادہ ہم اس میں داخل کریں گے، اس کی آخری جسامت اتنی ہی کم ہو گی۔ چونکہ بہت زیادہ دباؤ کے خلاف جو ہر محدود مزاحمت کرتے ہیں۔ اس لئے بڑے پتھروں کی جسامت بھی محدود ہی ہو گی۔ اس متعین بالائی حد سے زیادہ کمیت والے اجسام کو اصولاً ٹھوس نہیں سمجھا جائے گا۔ اور کمیت میں اضافے سے ان کی جسامت کم ہوتی چلی جائے گی۔

مشتری سب سے بڑا آسمانی پتھر ہے

سب سے زیادہ کمیت معلوم کرنے کے لئے، جس کے مطابق کرئی جسم عام معنوں میں ٹھوس سمجھا جاسکتا ہے، ہمیں اس دباؤ کی مقدار معلوم کرنی چاہیئے جو جوہروں کو پگھلنے کے لئے ضروری ہے اسے جوہری ساخت کے موجودہ نظریے کی بنیاد پر معلوم کیا جاسکتا ہے۔ فلکی طبیعیات کے ہندوستانی ماہر ڈی۔ ایس۔ کوتھاری (D-S-THARI) کے تخمینے کے مطابق یہ فاصل دباؤ (CRITICAL PRESSURE) پندرہ کروڑ پاؤنڈ فی مربع انچ ہوتا ہے۔

زمین کے مرکزی حصے میں دباؤ دو کروڑ بیس لاکھ پاؤنڈ فی مربع انچ ہے اگر اس دباؤ کا موازنہ فاصل دباؤ کے ساتھ کیا جائے تو ہمارے پندار کو ٹھیس لگے گی۔ کیونکہ ہماری زمین کا سارا بوجھ بھی جوہروں کو پگھلنے کے لئے ناکافی ہے مشتری نظامِ شمسی کا سب سے بڑا سیارہ ہے۔ اور زمین سے ۳۱۷ گنا بھاری ہے۔ صرف اسی سیارے کا اندرونی دباؤ فاصل دباؤ کی مقدار کے قریب قریب ہے۔ اس عظیم الجثہ سیارے کے بارے میں یہ توقع کی جاسکتی ہے کہ اس کے مرکزی حصوں کے جوہر اگر پگھلے نہیں گئے تو کم از کم بیرونی تہوں کے ہیبتناک وزن سے پگھلے جانے کے قریب ہیں۔

وہ تمام ٹھوس اجسام جن کی جسامت مشتری سے زیادہ ہے انجام کار اندرونی طور پر بالکل مسمار ہو جائیں گے اور ان کے نصف قطر بالآخر مشتری سے کم ہو جائیں گے۔ پس اصولی طور پر اس کائنات میں مشتری ہی سرد مادے کا

بڑے سے بڑا ٹکڑا ہے۔ مردہ سورج کی کمیت زیادہ ہونے کے باوجود، بلکہ یوں کہنا چاہیئے کہ اس زیادہ کمیت ہی کے باعث، اس کا قطر مشتری سے کافی کم ہوگا اور زمین کے قطر کے قریب قریب ہوگا۔ (شکل نمبر ۲/۶)

مسمار شدہ اجسام میں کمیت اور نصف قطر کا تعلق

مختلف کمیتوں کے لحاظ سے مسمار شدہ اجسام کے نصف قطر معلوم کرنے میں بڑا پیچیدہ حساب کرنا پڑتا ہے۔ اس تخمینے میں اُن اجسام کی کمیت بھی ملحوظ رکھی جاتی ہے۔ اور ان کی کیمیائی ترکیب بھی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ایک طرف تو پگھلے ہوئے مادے کا گیسی دباؤ ان آزاد الیکٹرانوں کی تعداد سے معلوم ہوتا ہے جو جوہروں کے مسمار ہونے سے پیدا ہوتے ہیں لیکن دوسری طرف ان بیرونی تہوں کا وزن جو اس ستارے کو پچکانے کی کوشش کرتا ہے، اسی عمل میں پیدا ہونے والے نواتوں کی کمیت پر منحصر ہے۔ پس ان دو متضاد قوتوں کے درمیان توازن کا انحصار اس کمیت پر ہوگا جسے ہر آزاد الیکٹران کا دباؤ اٹھا سکتا ہے اور یہ کمیت مختلف عناصر کے لئے مختلف ہوگی۔

مثال کے طور پر ہائیڈروجن کو لیجئے۔ اس میں جوہر کے پچلے جانے سے جو ایک الیکٹران آزاد ہوگا اسے ایک پروٹان کی کمیت اٹھانی ہوگی۔ لیکن ہیلئم میں دو الیکٹران چار کمیت کا نوات اٹھائیں گے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ ہائیڈروجن کے مقابلے میں ہیلئم کا ہر الیکٹران دگنی کمیت کا حامل ہوگا اس سے صاف ظاہر ہے۔ کہ اگر کوئی مسمار شدہ ستارہ خالص ہیلئم پر مشتمل ہوگا تو

ایسے توازن کی حالت میں آنے کے لئے ہائیڈروجن سے بنے ہوئے ستارے کے مقابلے میں قدرے کم نصف قطر تک سکڑنا پڑے گا

پھلی ہوئی ہائیڈروجن اور ہیلئم میں ۲ کا یہ تناسب بہت زیادہ ہے لیکن دوسری نظام کے باقی عناصر میں جو تناسب پایا جاتا ہے وہ اس تناسب سے کسی حالت میں بھی بہت زیادہ نہیں۔ گویا اس کے قریب قریب ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ باقی تمام عناصر میں جوہری وزن (یعنی کیت) اور جوہری نمبر (یعنی الیکٹران کی تعداد) میں نسبت ہمیشہ ہیلئم کے مساوی یا اس سے قدرے زیادہ رہتی ہے۔ مثلاً کاربن میں یہ نسبت ۱۲/۶ = ۲، آکسیجن میں ۱۶/۸ = ۲، لوہے میں ۵۶/۲۶ = ۲٫۱۵ ہو گی۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ اگر کوئی مسمار شدہ ستارہ ان عناصر میں سے کسی ایک عنصر پر مشتمل ہوگا تو اس کا نصف قطر تقریباً اتنا ہی ہوگا جتنا اس حالت میں ہوتا جب یہ خالص ہیلئم کا بنا ہوتا۔

پچھلے باب کی بحث سے یہ واضح ہو چکا ہے کہ ستارے کی مسمار شدہ حالت اس کے ارتقا کا آخری مرحلہ ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اس میں ہائیڈروجن کی مقدار بے حد کم ہے[1]۔ اس لئے ایسی حالت میں ہم جوہروں کی

---

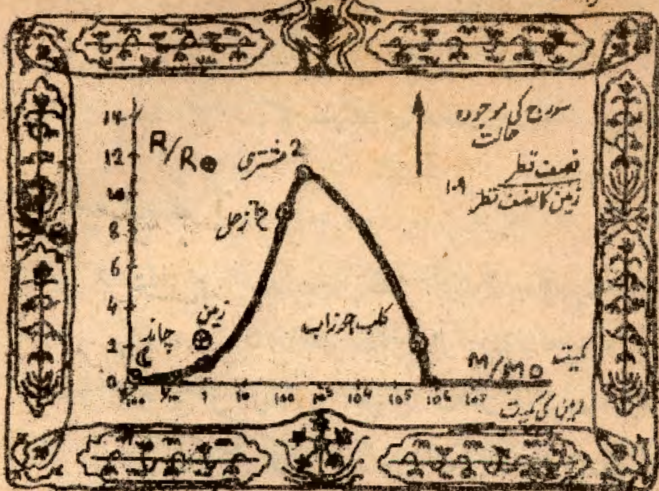
[1] مسمار شدہ ستاروں میں ہائیڈروجن کی مقدار کے بارے میں مصنف کے نظریات دوسرے ماہرین فلکیات سے مختلف ہیں۔ قابلِ غور امر یہ ہے کہ طیفی تجزیے کے مطابق "سفید بونوں" کی فضا میں ہائیڈروجن کی کافی مقدار موجود ہے ہم لیعازاں دیکھیں گے کہ یہ ستارے مسمار ہو چکے ہیں یا مسمار ہونے کے قریب ہیں اس مشاہدے کی بنیاد پر یہ خیال کیا جاتا ہے کہ ان ستاروں کے اندرونی حصوں میں بھی کافی ہائیڈروجن ہو گی اب الجھن

نوعیت کو نظر انداز کر سکتے ہیں اور اس مسمار شدہ ستارے کا نصف قطر محض اس کی کمیت پر منحصر ہوگا۔

فلکی طبیعیات کے ایک اور ہندوستانی ماہر ایس۔ چندرا شیکھر (S.CHANDRA SAKHER) نے ستاروں کی مسمار شدہ حالتوں کا نہایت مفصل مطالعہ کیا شکل نمبر ۳ میں ان ستاروں کے بارے میں اس کے تخمینے کو گراف کے ذریعے ظاہر کیا گیا ہے۔ جن میں ہائیڈروجن کی مقدار صفر تھی۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ مشتری سے کم کمیت والے اجسام کے لئے حجم کمیت کے تناسب سے بڑھتا ہے اور مادے کی عام حالت میں ایسا ہی ہونا چاہئے۔ لیکن اس سے زیادہ کمیت والے اجسام کا معاملہ مختلف ہے چونکہ ان میں مادہ مسمار ہو چکا ہوتا ہے اس لئے جسم

یہ پیدا ہوتی ہے۔ کہ کوئی ایسا ستارہ جس میں حرنواتی توانائی پیدا کرنے کے لئے ہائیڈروجن کی کافی مقدار موجود ہو۔ کس طرح سکڑنے لگتا ہے۔ علاوہ ازیں سفید بونوں کے اندرونی حصوں میں ہائیڈروجن کی کثیر تعداد کی موجودگی کا نظریہ نواتی تبدیلیوں کے بارے میں ہمارے طبیعی علم کے عین متضاد ہے۔ یہ شمار کرنا کوئی مشکل نہیں کہ اگر سفید بونوں کے مرکزی حصوں میں ہائیڈروجن کی قابل ذکر مقدار موجود ہوتی تو ہائیڈروجن کے دوجوہروں سے ڈیوٹرون بننے کے عمل (دیکھو پانچواں باب) کے دوران میں جو توانائی خارج ہوتی ہے وہ ان ستاروں کے موجودہ اشعاع سے کئی لاکھ گنا ہوتی اس سے ہم یہ نتیجہ اخذ کرنے پر مجبور ہیں کہ مسمار شدہ ستاروں کی فضا میں ہائیڈروجن کی موجودگی صرف ایک سطحی اثر ہے جو کبھی کبھی ظاہر ہوتا ہے۔ فضائی تجزیے سے ستاروں کے اندرونی حالات کے بارے میں کوئی نتیجہ اخذ کرنا اتنا ہی خطرناک ہے جتنا زمین کے نقشے کو دیکھ کر یہ کہنا کہ زمین کا دو تہائی حصہ پانی سے بنا ہوا ہے۔

شکل نمبر ۳٦



سرد ستاروں کے نصف قطر اور کمیت کا تعلق۔ زمین کی کمیت سے ۰۰۰،۱۰۱۴ گنا زیادہ کمیت پر نصف قطر صفر ہو جاتا ہے۔

کا حجم کمیت کے اضافے کے ساتھ ساتھ کم ہونے لگتا ہے۔ اس خمیدہ خط سے خاص طور پر یہ ظاہر ہوتا ہے کہ مردہ سورج کا نصف قطر مشتری سے دس گنا کم یعنی زمین کے نصف قطر کے تقریباً برابر ہوگا۔ اس لئے ارتقا کے اس آخری مرحلے میں سورج کی اوسط کثافت پانی کی کثافت سے تیس لاکھ گنا ہوگی۔

ہماری زمین کی کثافت یکساں ہے بیکس چونکہ مادے کی پگھلی ہوئی حالت بے حد داب پذیر ہوتی ہے اس لئے اس بے حد پیوستہ جسم کی کثافت یکساں نہیں ہوگی بلکہ مرکز کی طرف جاتے ہوئے تیزی سے بڑھتی جائے گی۔ چندرا شیکھر کے تخمینے کے مطابق مرکزی کثافت اوسط کثافت سے دس گنا ہوگی۔

اس کا مطلب یہ ہے کہ مردہ سورج کے مرکزی حصے کے ایک مکعب سم مادے کا وزن تقریباً تیس ٹن ہوگا۔ جب سورج دم توڑ چکا ہوگا۔ اس وقت دائمی برف کی دبیز تہوں سے ڈھکی ہوئی سطح کے نیچے اس قسم کے غیر معمولی حالات ہونگے۔

"سفید بونے"

آپ تشکک آمیز لہجہ میں کہہ رہے ہوں گے " واقعی یہ بڑی دلچسپ تصویر ہے لیکن اس کے صحیح ہونے کی کیا ضمانت ہے؟" ایچ۔ جی ویلز (H-G-WELLS) کی "ٹائم مشین" کے بغیر یہ ممکن نہیں کہ کوئی شخص کئی ارب سال زندہ رہے۔ اور اس پیشین گوئی کی پڑتال کر سکے میں تو اس پر تب ایمان لاؤں گا جب میں خود ایسا بے جان یا جان بلب سورج دیکھ سکوں" مگر یہ تو ممکن نہیں کہ ہم قاری کو سورج کے آخری لمحات دکھا سکیں اور نہ ہی اس بات کی توقع ہے کہ ہم ایسے ستارے دیکھ سکیں جو بے جان ہو چکے ہوں۔ کیونکہ ان سے روشنی خارج ہی نہیں ہو رہی ہوگی۔ ہاں اگر ہم ستاروں کی کائنات میں جھانکیں تو ہمیں ایسے ستارے ضرور مل جائیں گے جو اپنی ایندھن کا سرمایہ ختم کر چکے ہیں اور آہستہ آہستہ موت کی جانب رواں ہیں اس سے ہمیں ایسے مسمار شدہ ستاروں کے وجود کا کافی حد تک مشاہداتی ثبوت مل جاتا ہے جو ابھی اپنی آخری حالت تک نہیں پہنچے اور ابھی اس تجاذبی توانائی کے بسبب زندہ ہیں جو آہستہ آہستہ سکڑنے سے پیدا ہوتی ہے۔ ایسے ستارے دوسرے "جاندار" ستاروں سے ممیز کئے جا سکتے ہیں۔ کیونکہ یہ نسبتاً کم چمک دار ہوتے ہیں اور ان کے نصف قطر غیر معمولی طور پر کم ہوتے ہیں جس

سے ظاہر ہوتا ہے کہ ان کی کثافت بہت زیادہ ہے۔

جاں بلب ستاروں کی پہلی اور امتیازی مثال "کلب جوزا کا ساتھی" (COMPANION OF SIRIUS) ہے۔ ہم پہلے ہی دیکھ چکے ہیں کہ کلب جوزا اصلی سلسلے کا ایک طبعی ستارہ ہے اور سورج سے بہت مشابہ ہے۔ اس وقت ہماری توجہ کا مرکز کلب جوزا نہیں بلکہ ایک اور ستارہ ہے جو تیرہ ہزار گنا مدھم ہے اور کتے کی آنکھ میں ایک ذرے کی مانند نظر آتا ہے۔ یہ کلب جوزا کے قریب قریب اس کے گرد گردش کرتا ہے۔ چونکہ یہ ستارہ بہت مدھم تھا اور کلب جوزا کے بہت قریب تھا اس لئے کافی دیر تک نظروں سے اوجھل رہا۔ اسے کلارک (CLARKE) نے ۱۸۶۲ء میں دریافت کیا۔ اس کے وجود کا سراغ سب سے پہلے کلب جوزا کی حرکت کے مشاہدے کے دوران میں ملا۔ یہ ستارہ خلافِ توقع ثوابت (FIXED STAR) کے درمیان خطِ مستقیم پر چلنے کی بجائے پیچ و خم کھاتا ہوا جاتا ہے۔ اس سے یہ ظاہر ہو گیا کہ ایک اور جسم اس کی حرکت میں خلل انداز ہو رہا ہے۔

ماہرینِ فلکیات کی حیرت کی انتہا نہ رہی جب انہوں نے دیکھا کہ کلب جوزا کے اس ساتھی کی روشنی سفید تھی۔ گویا اس کی سطح کا درجہ حرارت دس ہزار درجے کے لگ بھگ تھا۔ حالانکہ اس کی نوریت کم ہونے کے باعث توقع یہ تھی کہ اس کی رنگت قدرے سرخ ہو گی اشعاع کی اس خاصیت اور قلیل مجموعی نوریت کے باعث کلب جوزا کے اس ساتھی اور اس قسم کے دوسرے ستاروں کو جو بعد ازاں دریافت ہوئے "سفید بونوں" (WHITE DWARFS) کا شاعرانہ نام دیا گیا۔

یہ سمجھنا بہت آسان ہے کہ کلب جوزا کے ساتھی کی خاصیتیں ان جاں بلب ستاروں کی نظری شہرائط پر پوری اُترتی ہیں جن کا ذکر پہلے کیا جاچکا ہے اگر کسی ستارے کی سطح کا درجۂ حرارت اتنا زیادہ ہو اور اس کی سطح سے توانائی کی اتنی زیادہ مقدار خارج ہورہی ہو، لیکن پھر بھی اس کی مطلق نوریت بہت کم ہو، تو لازماً یہ نتیجہ اخذ کیا جاسکتا ہے کہ اس کی جسامت دوسرے طبعی ستاروں کے مقابلے میں بہت کم ہے۔ کلب جوزا کے ساتھی کی سطح کے درجۂ حرارت اور مجموعی نوریت سے اندازہ لگایا جاسکتا ہے کہ اس کی سطح کا رقبہ سورج سے اڑھائی ہزار گنا ہے۔ اور نصف قطر پچاسواں حصہ۔

اس کے برعکس کلب جوزا کے گرد اس کی گردش کے دَور سے اندازہ لگایا گیا ہے کہ اس کی کمیت سورج کے تقریباً مساوی ہے۔ (۰/۹۵) اس لئے اس کی اوسط کثافت پانی کی کثافت سے دو لاکھ گنا ہے!! اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ آر۔ ایچ۔ فاؤلر (R-H-FOWLER) کا خیال صحیح تھا اور یہ سفید بونے واقعی ستاروں کی مسمار شدہ حالتیں ہیں۔ جس کی پیشین گوئی سطور بالا میں محض نظری بنیادوں پر کی جاچکی ہے۔

اگر ہم کلب جوزا کے ساتھی کی مشاہدے سے معلوم کی گئی کمیت اور نصف قطر کو مسمار شدہ ستاروں کے نظری خمیدہ خط پر ظاہر کریں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ اس کا موجودہ نصف قطر اس نصف قطر سے اڑھائی گنا ہے جو آخری حالت میں ہوگا اس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ یہ ستارہ انقباض کے آخری مرحلے میں داخل نہیں ہوا۔ یا اس کے نصف قطر کا موجودہ اندازہ غلط ہے۔ اور یہ حقیقی

نصف قطر سے کم از کم ۲ گنا ہے۔

جب سورج جاں بلب ہوگا

بہت حد تک یقین سے کہا جا سکتا ہے کہ کئی ارب سال بعد جب سورج زوال پذیر ہوگا تو یہ اس طرح دکھائی دے گا جس طرح آج کلب جوزا کا ساتھی نظر آتا ہے۔ اور مستقبل بعید میں سورج کا ظاہر زاویۂ قطر زمین سے اتنا ہی نظر آئے گا جتنا آج مشتری سیارے کا قطر نظر آتا ہے اس لئے انجان شخص اسے ایسا روشن ترین ستارہ شمار کرے گا جو ہم سے بہت دور واقع ہو۔

اس قلیل زاویۂ قطر کے باوجود سورج کی چمک دمک آسمان کے دوسرے تمام ستاروں سے زیادہ ہوگی عین دوپہر کے وقت زمین کی سطح چاند سے ہزار گنا ہوگی۔ لیکن سورج اپنے آخری لمحات میں چاند کو اتنی قلیل روشنی دے گا کہ وہ بمشکل نظر آسکے گا۔ زمین کا درجۂ حرارت نقطۂ انجماد سے دو سو درجے نیچے گر جائے گا (-۲۸۰ ف) اور کوئی جاندار زندہ نہ رہ سکے گا۔ لیکن یہ تیرگی اور خنکی ہمارے لئے کوئی اہمیت نہیں رکھتی۔ کیونکہ سورج کے آخری بار سکڑنے اور موت سے ہم آغوش ہونے سے بہت پہلے ہی اس کی شدید گرمی کے باعث نسلِ انسانی جل کر راکھ ہو چکی ہوگی (دیکھئے پانچواں باب)

نواں باب

کیا سورج بھک سے اڑ سکتا ہے؟

حادث ستارے

ستاروں کی جن ارتقائی تبدیلیوں کا ذکر پچھلے صفحات میں کیا گیا ہے انسانی نقطہ، نظر سے وہ اتنی سست رفتاری سے واقع ہوتی ہیں کہ کہیں لاکھوں سال کے بعد محسوس کی جا سکتی ہیں۔ مثال کے طور پر سورج کا بتدریج گرم ہونا اور پھر انتہائی نوریت پر پہنچنے کے بعد بالآخر سکڑنا —— اس نوع کی تبدیلیوں میں زمین پر بسنے والوں کو محض نظری دلچسپی ہی ہو سکتی ہے لیکن اگر آسمان کو غور سے دیکھیں تو ہمیں ان سے کہیں زیادہ پریشان کن حالات سے سابقہ پڑتا ہے۔ جن سے کسی ستارے کی حیثیت چند دن بلکہ چند گھنٹوں میں بالکل تبدیل ہو کے رہ جاتی ہے۔ کبھی کبھی کوئی ستارہ بالکل غیر متوقع طور پر اور بغیر کسی ابتدائی علامت کے یکایک اپنی طبعی چمک سے کئی ہزار یا بعض اوقات کئی ارب گنا تیزی سے چمک اٹھتا ہے۔ حالانکہ اس حادثے سے پہلے یہ ستارہ بالکل مدھم اور غیر معروف ہوتا ہے لیکن یکایک بھڑک اٹھنے سے ماہرینِ فلکیات اور توہم پرستوں کی نگاہوں کا مرکز بن جاتا ہے۔ تاہم

اس کی یہ چمک دمک زیادہ عرصہ قائم نہیں رہتی اور اپنی انتہائی تابانی پر پہنچنے کے بعد یہ ستارہ مدھم پڑنے لگتا ہے۔ اور کم و بیش ایک سال کے عرصے میں آہستہ آہستہ اپنی سابقہ نوریت اختیار کر لیتا ہے۔

دوربین کی ایجاد سے پہلے اِس قسم کے نجمی دھماکے واقع ہونے سے پہلے ان ستاروں کے حالات کسی کو معلوم نہیں تھے۔ کیونکہ بالعموم انہیں خالی آنکھ سے نہیں دیکھا جا سکتا تھا۔ اس لئے اس قسم کے ستاروں کو نئے ستارے یا حادث ستارے کا غلط نام دے دیا گیا۔ قدیم تاریخ میں اس قسم کے چمکدار حادث ستاروں کے ظہور کا کئی جگہ ذکر ملتا ہے۔ خاص طور پر اس بات کا قوی امکان ہے کہ بیت لحم کا ستارہ (STAR OF BETHLEHEM) اسی قسم کا کائناتی حادثہ تھا۔

زیادہ عرصہ نہیں گزرا کہ ڈنمارک کے مشہور ماہرِ فلکیات۔ ٹائیکو براہی (TYCHO BRAHE) نے نومبر ۱۵۷۲ء میں ایک چمک دار نجمی دھماکا دیکھا۔ جب اِس ستارے کی چمک اپنے عروج پر تھی تو اسے دن میں بھی دیکھا جا سکتا تھا اس کے جلد ہی بعد ۱۶۰۴ء میں ایک اور حادث ستارہ نمودار ہوا جسے جرمن کیپلر (JOHANN KEPLER) نے دریافت کیا وہی کیپلر جس نے سیاروں کی حرکت کے کلیات وضع کئے تھے۔ یہ دو درخشاں دھماکے تاریخ فلکیات کے دو اہم ناموں کی یاد دلاتے ہیں لیکن ان کے بعد کافی عرصہ تک آسمان پُرسکون رہا۔ حتیٰ کہ ۱۹۱۸ء میں مجموعۂ نجوم "عقاب" (AQUILLA) میں ایک ستارہ قلیل عرصے کے لئے نمودار ہوا۔ جس کی نوریت کلب جوزا سے بھی زیادہ تھی یہ پہلا ستارہ تھا جس کا مطالعہ جدید مشاہداتی طریقوں سے بآسانی کیا جا سکتا تھا۔

یہاں یہ بتا دینا بھی ضروری ہے کہ ان نمایاں حادث ستاروں کے علاوہ کئی اور دھماکے بھی واقع ہوتے ہوں گے جو طویل فاصلے کی وجہ سے اتنے مدھم ہوتے ہیں کہ خالی آنکھ سے دیکھے نہیں جا سکتے۔ اگر تصویر کشی کے ذریعے آسمان کا معائنہ کیا جائے تو معلوم ہوتا ہے کہ ہر سال ہمارے نظام کے ستاروں میں اسی قسم کے کم از کم بیس دھماکے واقع ہوتے ہیں۔

نجمی دھماکوں کی دو قسمیں

ہم دیکھ چکے ہیں کہ حادث ستاروں کی ظاہرا چمک دمک میں بڑا فرق ہے بعض اتنے روشن ہوتے ہیں کہ دن کے وقت نظر آجاتے ہیں اور بعض کو صرف دوربین ہی سے دیکھا جا سکتا ہے۔ ان کی نوریت میں فرق کا سبب یہ ہے کہ کہ یہ ستارے ہم سے مختلف فاصلوں پر واقع ہیں۔ اگر فاصلے کے اثرات کو پیش نظر رکھا جائے تو ان میں اکثر ستاروں کی نوریت ایک دوسرے کے برابر اور سورج کی طبعی نوریت سے اوسطاً دو لاکھ گنا ہوتی ہے۔

لیکن ان میں بیت لحم اور ٹائیکو کی قسم کے ستارے شامل نہیں جو کافی روشن ہیں۔ ان غیر معمولی روشن حادث ستاروں کے تاریخی حالات کے مطالعے سے ماہر فلکیات، ڈبلیو باڈ (W-BAAD) اور ماہر طبیعیات ایلف سبکے (F. ZWICKY) نے یہ دلچسپ نتیجہ اخذ کیا کہ یہ بالکل مختلف قسم کے نجمی دھماکے ہیں اور انہیں فوق الحادث ستاروں (SUPER NOVACE) کا نام دیا گیا۔ ایک فوق الحادث ستارے کی انتہائی نوریت عام حادث ستارے سے اوسطاً دس ہزار گنا

ہوتی ہے اور سورج کی نوریت سے کئی ارب گنا۔ بہت سے تاریخی حادث ستارے غالباً اسی گروہ سے تعلق رکھتے ہیں اور ہمارے نظامِ نجمی میں اس قسم کا آخری دھماکا سن ۱۶۰۴ء میں کیپلر ستارہ (KEPLER STAR)[1] تھا

تاریخی مواد سے باڈ، اور ہوٹ کے نے یہ اندازہ لگایا کہ ہمارے نظامِ نجمی، میں اوسطاً تین صدیوں میں ایک دفعہ فوق الحادث ستارہ نمودار ہوتا ہے اس شدید دھماکے کو ۳۳۳ سال گزر چکے ہیں اور ابھی تک ہمارے نظامِ نجمی میں اس قسم کا کوئی اور حادثہ پیش نہیں آیا۔ ہم کافی وثوق سے کہہ سکتے ہیں۔ کہ عنقریب ہم بیت لحم، ٹائیکو اور کیپلر ستاروں جیسا منظر ایک بار پھر دیکھیں گے۔

آپ کہیں گے "ماہرینِ فلکیات کے ساتھ یہ کیسی دل لگی ہے کہ انہیں فوق الحادث ستارے دیکھنے کے لئے صدیوں انتظار کرنا پڑتا ہے۔ اور ان دھماکوں کے بارے میں خاطر خواہ مشاہداتی ثبوت جمع کرنے کے لئے کم از کم دو ہزار سال کا عرصہ درکار ہے"!

لیکن درحقیقت حالات اتنے یاس انگیز نہیں۔ جیسا کہ آپ آئندہ ابواب میں دیکھیں گے، ہمارا نظامِ نجمی، جو کم و بیش چالیس ارب ستاروں پر مشتمل ہے، اس لامتناہی کائنات میں اپنی قسم کا منفرد نظام نہیں، دُور بہت ہی دُور، ہمارے نظام کے بعید ترین ستارے سے بھی دور، کائنات کی پہنائیوں میں فلکی مشاہدات

---

[1] مجموعۂ نجوم العقاب، کا حادث ستارہ جو ۱۹۱۸ء میں دیکھا گیا، دراصل طبعی حادث ستارہ تھا لیکن چونکہ یہ نسبتاً کم فاصلے پر واقع تھا اس لئے بظاہر یہ غیر معمولی طور پر روشن نظر آتا تھا۔

سے معلوم ہوا ہے کہ ستاروں کے ایسے کئی اور مجموعے بھی آزادانہ تیر رہے ہیں ستاروں کے یہ دور افتادہ نظام زمین سے بہت مدھم کہری یا بیضوی شکل کے بادل سے نظر آتے ہیں اور ماہرین انہیں ماورائے کہکشاں سحابیے[1] (EXTRAGALACTIC NEBULAE) کہتے ہیں اور عام زبان میں انہیں "جزائری کائناتوں (ISLAND UNIVERSES) کے موزوں تر نام سے یاد کیا جاتا ہے۔ اب تو ہمارے نظام سے مشابہ ہزاروں ایسے نظاموں کی فہرست بن چکی ہے جو ہم سے بہت دور واقع ہیں طاقتور دوربین کائنات کے دور دراز کونوں میں اس قسم کے بے شمار نجمی جزیروں کا انکشاف کرتی رہتی ہیں۔

ماورائے کہکشاں سحابیوں کی فہرست ملاحظہ کر کے ڈاکٹر سوٹکے نے سوچا کہ "اگر ستاروں کے یہ بے شمار مجموعے ہمارے نظام سے مشابہ ہیں تو ان میں بھی فوق الحادث ستارے نظر آنے چاہئیں۔ اگر ایک سحابیے میں اوسطاً یقینی سو سال میں ایک فوق الحادث ستارے کا دھماکا نظر آئے تو اس بات کا قوی امکان ہے کہ میں تعطیلاتِ گرما سے پیشتر ہی ایک فوق الحادث ستارہ دیکھ سکوں"

ڈاکٹر سوٹکے نے اس فہرست سے کئی سو ماورائے کہکشاں سحابیے منتخب

---

[1] ان آسمانی اجسام کے لئے سحابیوں کا نام اس وقت سے رائج ہے جب انہیں حقیقی سحابیوں کے مشابہ سمجھا جاتا تھا جو ہمارے نظام کے ستاروں کی درمیانی فضا میں لطیف روشن گیسوں کی صورت میں موجود ہیں اب ہم بلا شک و شبہ کہہ سکتے ہیں کہ یہ ماورائے کہکشاں سحابیے دراصل اربوں منفرد ستاروں کے جھرمٹ ہیں (گویا یہ دراصل دوسرے جہان ہیں) (مترجم)

گئے جو موزوں مقامات پر واقع تھے اس نے ہر رات تصویر کشی کے ذریعے آسمان کے کسی نہ کسی منتخب حصے کا منظم جائزہ لینا شروع کیا۔ لیکن چند مہینوں تک ان سحابیوں میں کوئی تغیر رونما نہ ہوا حتیٰ کہ ۱۶ فروری ۱۹۳۷ء کی رات کو ان میں ایک سحابیے کا فوق الحادث ستارہ یکایک تیزی سے بھڑک اٹھا۔ ڈاکٹر ہوسو کے پہلی دفعہ یہ ستارہ دیکھ کر جس قدر خوش ہوا ہوگا۔ اس کا اندازہ کرنا مشکل ہے۔

واقعی یہ ایک فوق الحادث ستارہ تھا۔ یہ سحابیے میں ایک زبردست دھماکے کی صورت میں نمودار ہوا۔ اور اسے این۔ جی۔ سی ۷ ۴۱۵[1] کا نام دیا گیا ہے۔ یہ ہم سے ....۴ کلومیٹر دور ہے۔ حقیقت تو یہ ہے۔ کہ یہ دھماکا ہوسو کے کی تحقیق سے بہت پہلے واقع ہو چکا تھا۔ بلکہ کرہ ارض پر حضرتِ انسان کی آمد سے بھی پہلے ___ روشنی کو سحابیے این جی سی ۷ ۴۱۵ سے زمین تک کا فاصلہ طے کرنے میں چالیس لاکھ سال کا عرصہ لگ جاتا ہے اس دھماکے کے وقوع کے زمانے سے روشنی کی شعاعیں کائنات کے وسیع خلاؤں سے گزرتی رہیں حتیٰ کہ ہوسو کے کی دوربین میں داخل ہو کر انہوں نے فوٹوگرافی تاثر پیدا کیا۔ اسے اُس نے "انجمن فلکیات (بحرالکاہل) کی مطبوعات" کے ایک مضمون میں نقل کیا۔

اس اولین کامیابی کے بعد ماورائے کہکشاں سحابیوں میں کم و بیش بیس فوق الحادث ستاروں کے وجود کا پتہ لگ چکا ہے۔ ......

---

[1] DRYER'S NEW GENERAL CATALOGUE (مترجم)

سورج کے پھٹنے کے امکانات

ہم دیکھتے ہیں کہ آسمان پر اربوں ستارے بکھرے پڑے ہیں۔ انہی ستاروں میں ہمیں ایک پرسکون اور عام ستاروں سے ملتا جلتا ستارہ نظر آتا ہے۔ لیکن یکایک چند گھنٹوں میں اس میں ایک زبردست دھماکا ہوتا ہے اور فوراً ہی ہمارے ذہن میں یہ سوال ابھرتا ہے۔ کہ آج، کل یا اگلے سال کہیں ہمارے سورج کا بھی یہی حال نہ ہو؟ اگر کسی دن سورج بھی ایک حادث ستارہ بن گیا تو وہ دن بڑا ہلاکت آفریں ثابت ہوگا اس دن زمین اور دوسرے تمام سیارے یکایک ایک لطیف گیس بن جائیں گے اور یہ سب کچھ اتنی سرعت سے ہوگا کہ کسی کو یہ محسوس ہی نہیں ہوگا کہ کیا ہو رہا ہے۔ البتہ اگر دور سے کسی دوسرے ستارے کے نظام سیارگان (PLANETRY SYSTEM) پر ماہرین فلکیات موجود ہوں تو وہ دیکھیں گے کہ ایک حادث ستارہ نمودار ہوا ہے اور ممکن ہے وہ اس کے طیف کا مطالعہ کرنے لگیں۔ پیشتر اس کے کہ یہ ناخوشگوار حادثہ وقوع پذیر ہو، مناسب معلوم ہوتا ہے کہ ہم اس کے امکان پر غور و غوض کریں اور دیکھیں کہ آیا اس حادثے کی تاریخ کے بارے میں کوئی پیشین گوئی کرنا ممکن ہے یا نہیں[1]

اوّل تو سابقہ مفروضات کی بنا پر یہ بات قابلِ تسلیم ہے کہ اپنی ساری زندگی میں ایک بار سورج کے ایک عام حادث ستارہ بننے کے امکانات کافی روشن ہیں

---

[1] اس قسم کی پیشین گوئی سے ہمیں کوئی فائدہ نہیں ہوگا جب تک ہم کرۂ ارض کو نظام شمسی سے جدا کرنے کا کوئی طریقہ نہ معلوم کرلیں اور دھماکے سے بہت پہلے ہی اسے کہیں دور روانہ کردیں۔

حقیقت یہ ہے کہ ہمارے نظامِ نجمی کے کم از کم بیس ستارے ہر سال پھٹتے ہیں اب چونکہ اس کائنات کی عمر دو ارب سال ہے اس لئے اس عرصے میں چالیس ارب ستارے پھٹ چکے ہوں گے بجز اس صورت کے کہ یہ دھماکے موجودہ زمانے ہی میں معمول سے زیادہ واقع ہو رہے ہوں اور یہ بات بعید از قیاس معلوم ہوتی ہے اس کے برعکس، جیسا کہ ہم آئندہ ابواب میں دیکھیں گے، ہمارے نظامِ نجمی میں تقریباً چالیس ارب منفرد ستارے ہیں۔ اس سے ظاہر ہے کہ عملاً ہر ستارہ اپنے ارتقا کے دوران میں کم از کم ایک بار ضرور پھٹتا ہے۔ لیکن آئندہ چند سال میں سورج کے پھٹنے کا امکان نہایت ہی کم ہے۔ اس لئے نسلِ انسانی کو جو کئی دوسرے ناخوشگوار حادثات پیش آ سکتے ہیں، اُن کے مقابلے میں سورج میں دھماکے کا امکان بہت کم ہے۔

پھر یہ بھی اغلب ہے کہ ہر ستارہ اپنی زندگی میں صرف ایک بار پھوٹ سکتا ہے اور سورج شاید ماضئ بعید میں ہی پھٹ چکا ہو اس سوال کا صحیح جواب دینا اس وقت تک ممکن نہیں جب تک ہم اس قسم کے حادثے کے طبعی عوامل کی نوعیت کو صاف صاف نہ سمجھ لیں۔

ایک روسی ضرب المثل ہے کہ "اگر تمہیں مرنا ہی ہے تو شان و شوکت سے مرو"۔ ہم سوچنے لگتے ہیں کہ سورج کا دھماکا ایک عام حادثہ ستارہ ہوگا یا فوق الحادث ستارہ؟ ذاتی طور پر اس فرق سے ہم پر کوئی اثر نہیں پڑے گا البتہ موخرالذکر صورت میں یہ دیکھنے والوں کو زیادہ خوبصورت نظر آئے گا لیکن ایسا معلوم ہوتا ہے کہ سورج سے اس قدر شدید دھماکے کی توقع رکھنا عبث

ہے کیونکہ فوق الحادث ستاروں کا ظہور بہت ہی کم ہوتا ہے اور صرف چند مخصوص ستارے ہی اس قسم کی شاندار آتش بازی کا مظاہرہ کر سکتے ہیں۔ ہم آئندہ دیکھیں گے کہ اس قسم کے شدید دھماکے غالباً ایسے ستاروں میں واقع ہوتے ہیں جو سورج سے بہت بڑے اور وزنی ہوتے ہیں۔ اس لئے ہمیں مطمئن رہنا چاہیئے کہ کائنات میں ہمارا جو بھی انجام ہوگا نسبتاً غیر معروف حادث ستارے ہی کے ذریعے ہوگا۔

ستاروں کی ما قبل حادث حالت

یہ معلوم کرنے کے لئے کہ سورج ابھی دھماکے سے دو چار ہوا ہے یا نہیں، سب سے آسان طریقہ یہ ہے کہ اس کی خاصیتوں کا موازنہ ان ستاروں سے کیا جائے جو بعد ازاں حادث ستارے بننے والے ہیں ہو سکتا ہے کہ اس موازنے سے، اُن ستاروں کی کچھ خصوصیّات معلوم ہو سکیں جن میں دھماکا واقع ہونے کو ہو۔ اگر سورج میں یہ خصوصیات نہ ہوں تو ہمیں یقین ہو جائے گا کہ سورج ایک طویل عرصے تک اپنی موجودہ حالت پر قائم رہے گا۔

لیکن بدقسمتی سے ہمیں ان پھٹنے والے ستاروں کی قبل از حادث حالت کا بہت کم علم ہے۔ یہ سچ ہے کہ دھماکے سے پہلے آسمان کے اُس حصّے کی تاری ہوئی تصویروں میں ہمیشہ عین اسی جگہ دھندلے ستارے کی موجودگی ظاہر ہوئی ہے۔ جہاں بعد ازاں چمکدار حادث ستارہ نظر آیا ہے۔ فاصلے کے تخمینے سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ بعض حالتوں میں حادث ستارے بننے سے پہلے

ان کی مطلق نوریت سورج کے مساوی تھی اور بعض دفعہ اس سے کم و بیش، لیکن وقت سے پہلے کسی کو بھی معلوم نہ تھا کہ یہی خاص ستارے پھٹنے والے ہیں۔ اس لئے ان کے طیف اور دوسرے خواص کی مفصل تحقیق نہ کی جا سکی۔

۱۹۱۸ء میں "عقاب" میں آسمان کے شمالی حصے پر ایک حادث ستارہ نمودار ہوا۔ صرف اس ستارے کی طیفی تصاویر دھماکے سے پہلے وقتاً فوقتاً لی جاتی رہی تھیں۔ طیفی نقشے سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ دھماکے سے پہلے یہ ستارہ اصلی سلسلے کے دوسرے ستاروں سے کسی طرح بھی مختلف نہ تھا۔ فی الحقیقت اس کی مطلق نوریت اور طیفی خصوصیات سورج سے بہت مشابہ تھیں۔ کیا اس کا یہ مطلب ہے۔ کہ ہمارا سورج بھی مستقبل قریب میں پھٹ جائے گا؟ یہ ہرگز ضروری نہیں اوّل تو اس لئے کہ فلکی معیار اوقات کے مطابق مستقبل قریب کے معنی کئی لاکھ سال ہو سکتے ہیں۔ دوسرے یہ کہ لاکھوں ایسے ستارے موجود ہیں جو ان ہی خصوصیات کے حامل ہیں لیکن پھر بھی ان میں پھٹنے کا یہ عمل واقع نہیں ہو رہا۔

ان دھماکوں سے قبل ان ستاروں کی سطح کے خواص میں بظاہر کوئی تغیّر نظر نہیں آتا۔ اگر کوئی معمولی سے تغیّر واقع ہوتے بھی ہیں تو انہیں دیکھا نہیں جا سکا۔ مجموعۂ عقاب کے ۱۹۱۸ء کے حادث ستارے کی مثال سے صرف یہ پتہ چلتا ہے۔ کہ پھٹنے سے پیشتر کسی ستارے کی سطح پر کسی غیر معمولی خاصیت کا ظاہر ہونا ضروری نہیں۔ کوئی سا ستارہ جو بظاہر ایک طبعی ستارہ نظر آتا ہو یکایک زبردست دھماکے سے پھٹ سکتا ہے۔

پھٹنے سے پیشتر نوق الحادث ستاروں کے حالات کا مشاہدہ کرنا اور بھی مشکل ہے۔ اگرچند تاریکی دھماکوں کو نظر انداز کر دیا جائے تو تمام نوق الحادث ستارا ایسے ایسا نظام ہائے نجمی سے متعلق ہیں جو ہم سے بہت دور واقع ہیں اتنے دور کہ وہاں کوئی ستارہ علیحدہ علیحدہ پہچانا بھی نہیں جاسکتا۔ صرف نوق الحادث ستارے ہی اپنی سرگرمی کے موقع پر صاف دیکھے جاسکتے ہیں۔ کیونکہ ایسے موقعوں پر اُن کا اشعاع ان نظاموں کے کئی ارب ستاروں کے مجموعی اشعاع کے ہم پلہ یا بعض اوقات اس سے بھی زیادہ ہو جاتا ہے[۱]۔

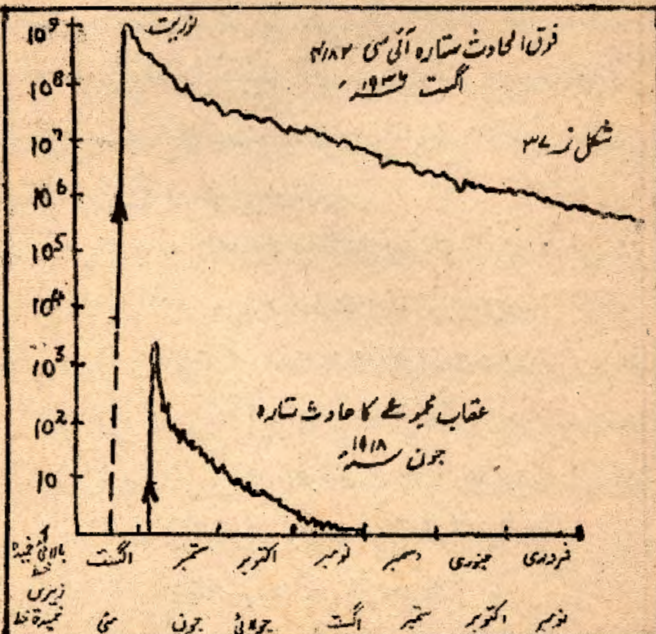
دھماکے کا عمل

جیساکہ اوپر ذکر کیا جاچکا ہے، جب ایک حادث ستارہ نمودار ہوتا ہے تو ظاہرا طور پر ہمیں صرف یہی نظر آتا ہے کہ اس ستارے کی نوریت تھوڑے سے عرصے میں بہت زیادہ ہو جاتی ہے اور پھر اس کی نوریت اپنی سابقہ سطح پر آنا شروع ہو جاتی ہے۔ شکل نمبر ۳۷ میں دو حادث ستاروں کی نوریت خمیدہ خطوط سے ظاہر کی گئی ہے۔ ایک ۱۹۱۸ء کے مجموعہ عقاب کا حادث ستارہ اور دوسرا ۱۹۳۷ء کا وہ نوق الحادث ستارہ جو مادرائے کہکشاں سحابیے آئی سی - ۴۱۸۲ میں دیکھا گیا تھا۔ آخرالذکر ستارے کا ارتقا تصویر

---

[۱] دراصل ان نوق الحادث ستاروں کی نوریت ایک اوسط درجے کے طبعی ستارے سے کئی ارب گنا ہوتی ہے اور ماورائے کہکشاں سحابیوں میں کئی ارب ستارے ہوتے ہیں اسلئے نوق الحادث ستارے کے نمودار ہونے سے سحابیے کی مجموعی روشنی پہلے سے دگنی ہو سکتی ہے۔

مسئلہ   میں دکھایا گیا ہے - ان میں فرق خمیدہ خط کے صرف جیسے (AMPLITUDE) کا ہے جو ستاروں کی انتہائی نوریت کے فرق کو ظاہر کرتا ہے - باقی ہر لحاظ سے دونوں خط ایک دوسرے سے مشابہ ہیں - ابتداء میں دونوں کی نوریت یک دم بڑھ جاتی ہے اور انتہائی اشعاع کے بعد مبتقاً آہستہ لیکن قدرے بے قاعدگی سے اشعاع میں کمی واقع ہو جاتی ہے -



ایک شمالی حادث اور فوق الحادث ستارے کی نوریت کے تغیرات - سورج کی نوریت کو ایک شمار کیا گیا ہے -

دھماکے کے دوران میں جن اہم خصائص میں تبدیلی واقع ہوتی ہے وہ ستارے

کی سطح کا درجۂ حرارت اور اس کے طیف کا ہے۔ حالت حادث سے پہلے تمام ستاروں کا طیف طبعی طیف ہوتا ہے جو ہارورڈ کے کسی ایک گروہ سے تعلق رکھتا ہے۔ لیکن دھماکے کے دوران میں طیف کی نوعیت بالکل بدل جاتی ہے جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ستارے کا درجۂ حرارت کروڑ نہیں تو کم از کم کئی لاکھ تک پہنچ جاتا ہے۔ دھماکے کی حالت میں طیف کے مطالعے سے ایک اور دلچسپ نتیجے کا انکشاف ہوتا ہے۔ حادث ستارے کے چمکدار خطوط خروج (EMMISSION LINES) واضح طور پر طیف کے بنفشئی سرے کی طرف سرک جاتے ہیں جس سے یہ ظاہر ہوتا ہے۔ کہ دھماکے کے دوران میں ستارے کے گرد جو گیسی خول بنتا ہے وہ بڑی تیزی سے پھیلتا ہے۔

سب سے زیادہ تفصیلی مطالعہ ۱۹۱۸ء میں مجموعۂ عقاب کے حادث ستارے کا کیا گیا۔ سائنس دانوں کے اندازے کے مطابق اس کا خول دو ہزار کلومیٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے پھیلا تھا۔ دھماکے کے چھ ماہ بعد یہ دوربین سے براہ راست دیکھا گیا۔ اس مدھم، سبزی مائل، سحاب نما خول کا قطر آہستہ آہستہ دو زاویۂ سیکنڈ فی سال کی شرح سے بڑھ رہا ہے۔ اگر یہ رفتار یکساں رہے اور امتدادِ زمانہ سے یہ خول پھیکا نہ پڑ جائے تو آج سے تقریباً ایک ہزار سال بعد اس کا قطر چاند کے ظاہری قطر کے برابر ہو جائے گا۔

یہاں ضمناً یہ بتا دینا بھی نامناسب نہ ہو گا کہ فلکی مشاہدات سے ایسے چمکدار سرخ ستاروں کی کافی تعداد معلوم ہوئی ہے جن کے گرد گیس کا ایک وسیع غلاف موجود ہے۔ انہیں سیاری سحابیے (PLANETRY NEBULAE)

کہتے ہیں۔ اگرچہ یہ نام بھی غیر موزوں ہے (انہیں ہالہ دار سحابیے کہنا زیادہ موزوں ہوگا "م") ابھی تک یہ وثوق سے نہیں کہا جا سکتا کہ یہ ہالہ دار سحابیے حادث ستاروں کے ارتقا کے آخری مدارج ہیں یا نہیں۔

ہم سمجھتے ہیں کہ یہاں ایک بے قاعدہ شکل کے گیسی سحابیے[1] کا ذکر کرنا ضروری ہے۔ یہ سحابیہ برج ثور (TAURUS) میں واقع ہے اور اپنی مخصوص شکل کی بنا پر سرطان سحابیہ (CRAB NEBULA) کہلاتا ہے۔ یہ سحابیہ اس وقت ۱۸ء زاویۂ سیکنڈ فی سال کی شرح سے پھیل رہا ہے اس سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ آج سے آٹھ یا نو سو سال پہلے پھیلنا شروع ہوا ہوگا کیا وہ گیس جس نے سرطان سحابیے کی تشکیل کی ہے کسی حادث ستارے کے دھماکے سے پیدا ہوئی تھی؟ اس کے تاثر کی شدت سے یہ اندازہ ہوتا ہے کہ شاید اُس دور میں آسمان پر کوئی فوق الحادث ستارہ ابھرا تھا۔ گیارھویں صدی کے چینی مسوّدات کے مطالعے سے یہ معلوم ہوتا ہے۔ کہ واقعی ۱۰۵۴ء میں ایک بے حد درخشاں دھماکہ تقریباً اسی جگہ واقع ہوا تھا۔ جہاں آج یہ عجیب و غریب سحابیہ نظر آتا ہے اس لیے اس میں شک و شبہ کی کوئی گنجائش نہیں کہ سرطان سحابیہ فوق الحادث ستارے کے دھماکے سے پیدا ہوا ہے جو ۸۸۲ سال قبل واقع ہوا تھا۔

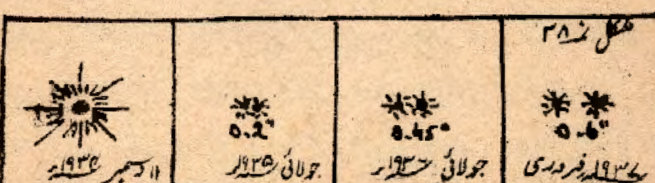
ایک اور دلچسپ مثال مجموعۂ نجوم "دجاجہ" (CYGNUS) کا ریشہ دار سحابیہ (FILAMENTARY NEBULA) ہے

---

[1] نام کی مشابہت سے قارئین کسی غلط فہمی میں مبتلا نہ ہو جائیں۔ علیٰ العموم لجنہ ماورائے کہکشاں سحابیے ستاروں پر مشتمل ہوتے ہیں اور گیسی سحابیے ہمارے ہی نظام نجمی میں پائے جاتے ہیں اور نسبتاً بہت چھوٹے ہوتے ہیں۔

یہ شکل میں دائرے کی قوس سے مشابہ ہے اور اسی قسم کے دو سرے سحابیوں کے ساتھ مل کر ایک باقاعدہ حلقہ سا بناتا ہے۔ جس کا زاویٔ قطر تقریباً دو درجے یعنی چاند کے قطر سے چار گنا ہوتا ہے اس حلقے کے سحابیے اپنے مشترک مرکز سے ۰.۵ ۶ سیکنڈ فی سال کی رفتار سے حرکت کرتے ہیں جس کے یہ معنی ہیں کہ یہ ایک لاکھ سال قبل پھیلنے شروع ہوتے تھے۔ اغلب یہی ہے کہ یہ سحابیہ بھی نوق انحارث ستارے کے دھماکے سے پیدا ہوا ہو۔ لیکن بدقسمتی سے اس وقت اس نئے ستارے کے ظہور کا مشاہدہ کرنے کے لئے کوئی ماہر فلکیات موجود نہ تھا۔

یرکینز کی رصدگاہ میں جی۔ پی۔ کوئیپر (G.P. KUIPER) کے حالیہ مشاہدات سے یہ معلوم ہوا ہے کہ ستاروں کے دھماکوں سے صرف دھوئیں کے حلقے ہی پیدا نہیں ہوتے۔ بلکہ کئی اور اثرات بھی مرتب ہو سکتے ہیں جب ۱۹۳۴ء کا ہرقلس حادث ستارہ (NOVA HERCULES) اپنے ظہور کے چند سال بعد دوربین میں دیکھا گیا تو یہ واضح ہو گیا کہ دھماکے کی قوت سے یہ ستارہ غالباً دو حصوں میں تقسیم ہو گیا تھا۔ یہ دونوں ٹکڑے اب ایک دوسرے سے



۱۲ دسمبر ۱۹۳۴ء کو ایک دھماکے سے ہرقلس حادث ستارہ دو حصوں میں تقسیم ہو گیا۔ ان حصوں کے درمیان مسلسل بڑھتا ہوا فاصلہ ملاحظہ کیجئے۔

۶۲۵ زاویٔ سیکنڈ فی سال کی اضافی رفتار سے دور ہٹ رہے ہیں اور ۹۴۳۰ء

تک ان دونوں کے درمیان نظری فاصلہ چاند کے قطر کے برابر یعنی ۵ء۰ درجے کے برابر ہو جائے گا۔

ستاروں میں دھماکے کیوں ہوتے ہیں؟

اب سوال یہ ہے کہ وہ کون سے طبیعی عوامل ہیں جو ان ستاروں میں دھماکے پیدا کرتے ہیں جبکہ ان حادثات سے پہلے یہ ستارے بظاہر عام ستاروں کی مانند نظر آتے ہیں؟ ہمیں اعتراف ہے کہ ہم تاحال اس سوال کا جواب دینے سے قاصر ہیں اور اُن حالات کے بارے میں محض قیاس ہی کر سکتے ہیں۔ جو ان حادثات کے ذمہ دار ہیں۔

سب سے قدیم اور غالباً سب سے سادہ مفروضہ یہ ہے کہ یہ دھماکے بیرونی عوامل سے پیدا ہوتے ہیں مثلاً جب کوئی ستارہ فضائے بسیط میں کسی رکاوٹ سے ٹکرا جائے۔ لیکن ہمیں یہ معلوم ہے کہ ستارے دور دور واقع ہیں اس لئے اُن کے درمیان تصادم کے امکانات بہت کم ہیں۔ فی الحقیقت یہ شمار کیا گیا ہے کہ پچھلے دو ارب سال میں ہمارے نظامِ نجمی میں زیادہ سے زیادہ دو یا تین ایسے تصادم واقع ہوئے ہوں گے۔

ہمیں معلوم ہے کہ ستاروں کی درمیانی فضا میں ایک لطیف مادہ دور دور تک پھیلا ہوا ہے۔ یہ مادہ منفرد ستاروں کی تشکیل کے بعد باقی رہ گیا تھا ستاروں کے درمیان پھیلے ہوئے یہ بادل گیس اور غبار کے سحابیے کہلاتے ہیں۔ یہ عام طور پر ہمسایہ ستاروں کی روشنی سے چمکتے ہیں اور ہمیں بے ڈول

دلفریب شکل کی درخشاں کہر کی مانند نظر آتے ہیں (دیکھئے تصویر صفحہ)
بعض حالتوں میں یہ سیاہی مائل ہوتے ہیں اور ہمیں ان کی موجودگی کا احساس صرف اس وقت ہوتا ہے۔ جب یہ اپنے عقبی ستاروں کو چھپا لیتے ہیں۔ سیاہ سحابیوں کی بہترین مثالیں کہکشاں کے دو مشہور سیاہ سوراخ ہیں۔ جنہیں فلکیات سے دلچسپی رکھنے والے جہاز راں "کوئلے کی بوریاں" (COAL SACKS) کہتے ہیں۔

اگر کوئی ستارہ فضائے بسیط میں تیزی سے حرکت کرتا ہوا اس قسم کے لطیف بادل میں داخل ہو جائے تو وہ اسی طرح چمک اٹھے گا جس طرح شہابیہ (METEORITE) کرۂ ہوا میں داخل ہوتے ہوئے چمکتا ہے۔ جب ستاروں کی حرکی توانائی اس طرح حرارت میں تبدیل ہو جاتی ہے تو وہ بآسانی اس کثیر اشعاع کا ذریعہ بن سکتی ہے۔ جو حادث ستاروں کی شدید نورانیت کے دور کی خصوصیت ہے۔ سورج کی موجودہ رفتار ۱۹ کلومیٹر فی سیکنڈ ہے۔ اگر اس قسم کے گیس کے بادل سے رگڑ کھا کر سورج کی رفتار موجودہ رفتار سے نصف رہ جائے تو اس عمل سے خارج شدہ توانائی سورج کی نورانیت میں کئی ہفتے تک لاکھوں گنا اضافہ کرنے کو کافی ہو گی۔

یہ مفروضہ اگرچہ سادہ اور سہل معلوم ہوتا ہے۔ لیکن جب ہم تمام حادث ستاروں کے دھماکوں کی مشابہت کی وضاحت کرنا چاہتے ہیں، تو ہمیں سخت مشکلات کا سامنا ہوتا ہے چونکہ ستاروں کا جن گیسی سحابیوں سے ملاپ ہوتا ہے۔ ان کی کثافت اور جسامت میں بہت فرق ہوتا ہے اس لئے یہ سمجھنا

مشکل ہے کہ اُن کے اثرات اس قدر مشابہ کیوں ہیں؟ یہ بات بھی مدنظر رہنی چاہیے کہ یہ خالص حرکی مفروضہ اگرچہ اتنی توانائی کی توجیہہ تو پیش کر سکتا ہے جو عام حادث ستارے کی پیدائش کے لئے کافی ہو۔ لیکن فوق الحادث ستاروں پراس کا اطلاق بالکل نہیں ہو سکتا۔ کیونکہ وہ بہت ہی زیادہ توانائی خارج کرتے ہیں۔

ایک طبعی ستارے کی زندگی میں نواتی تبدیلیوں کی بڑی اہمیت ہوتی ہے۔ اگر ہم انہی نواتی تبدیلیوں کے ذریعہ ستاروں کے دھماکے کی توضیح کرنے کی کوشش کریں تو ہمیں ایسا حرنواتی عمل تلاش کرنا ہوگا جو ستارے کے مرکزی درجہ حرارت کی ایک خاص فاصل مقدار تک پہنچنے سے ایک دم واقع ہو جائے۔ ایسی صورت میں دھماکے سے پھٹنے والے عنصر کی نہایت قلیل مقدار بھی اتنی توانائی پیدا کر سکے گی جو عام حادث ستارے یا فوق الحادث ستارے کے لئے درکار ہوتی ہے۔ لیکن اس قسم کا کوئی عمل ابھی تک دریافت نہیں ہو سکا۔

پس ہمیں یہ تسلیم کرنے میں کوئی تامل نہیں کہ ہمیں ستاروں کے پھٹنے کی وجہ معلوم نہیں اور ہم یہ بات بھی وثوق سے نہیں کہہ سکتے کہ ہمارا سورج مستقبل قریب یا بعید میں ہر قسم حادث ستارے کی پیروی کرے گا۔ ہمیں یہی امید رکھنی چاہئے کہ ایسا نہیں ہوگا۔

فوق الحادث ستارے اور مادے کی "نواتی حالت"

ہوئیگنے نے ستاروں کے اِن حادثات کا وجود ثابت کرنے کے فوراً بعد ہی ان فوق الحادث ستاروں کے بارے میں دھماکے کا ایک عجیب وغریب

طریقہ تجویز کیا۔ ستارے کا مفروضہ سمجھنے کے لئے ہمیں آٹھویں باب کی طرف رجوع کرنا چاہیئے جہاں بے حد کثیف ستاروں پر بحث کی گئی ہے۔ وہاں ہم نے یہ دیکھا تھا کہ جب ہر بڑے ستارے میں حرکاتی عمل کے لئے ہائیڈروجن ختم ہو جاتی ہے تو وہ ستارہ لازماً سکڑتا ہے اس طرح اس کا نصف قطر کم اور کثافت بہت زیادہ ہو جاتی ہے۔

اُس باب میں شکل نمبر ۳۱ میں ہم نے گراف کے ذریعے یہ ظاہر کیا تھا کہ کسی مسمار شدہ ستارے کا نصف قطر اس کی کمیت پر منحصر ہے اور یہ بھی واضح کیا تھا کہ یہ محدود نصف قطر کمیت میں اضافے کے ساتھ کم ہوتا جاتا ہے۔ اگر آپ نے اس گراف کو بغور دیکھا ہے تو یہ محسوس کیا ہوگا کہ نصف قطر اور کمیت کے تعلق کا خمیدہ خط زیادہ کمیتوں کی طرف غیر محدود طور پر بڑھتا ہوا نہیں بلکہ جب کمیت سورج سے ۱٫۴ گنا ہو جاتی ہے تو نصف قطر صفر ہو جاتا ہے۔ اس لئے ان تمام سکڑتے ہوئے ستاروں کا کم سے کم نصف قطر صفر ہوگا جن کی کمیت سورج کی کمیت کے ۱٫۴ گنا زیادہ ہے دوسرے الفاظ میں اُن تمام ستاروں میں جو بہت کافی وزنی ہیں لازماً غیر محدود انقباض پیدا ہوگا۔ ان وزنی ستاروں کی بیرونی تہوں کا وزن اتنا زیادہ ہے کہ ان کے اندرونی حصے میں فرمی کی الیکٹرانی گیس کا دباؤ کبھی بھی اس کی تلافی نہیں کر سکتا اور کسی محدود نصف قطر تک سکڑ کر پائدار توازن پیدا ہونے کا امکان نہیں رہتا۔[1]

---

[1] قاری کو اس بات سے صرف نظر نہیں کرنا چاہیئے کہ یہ تمام حالات اُن ستاروں کے ہیں جن میں ہائیڈروجن باقی نہیں رہتی اور جو انقباض کی تجاذبی توانائی کے بل بوتے پر زندہ ہیں

اگلے صفحہ پر

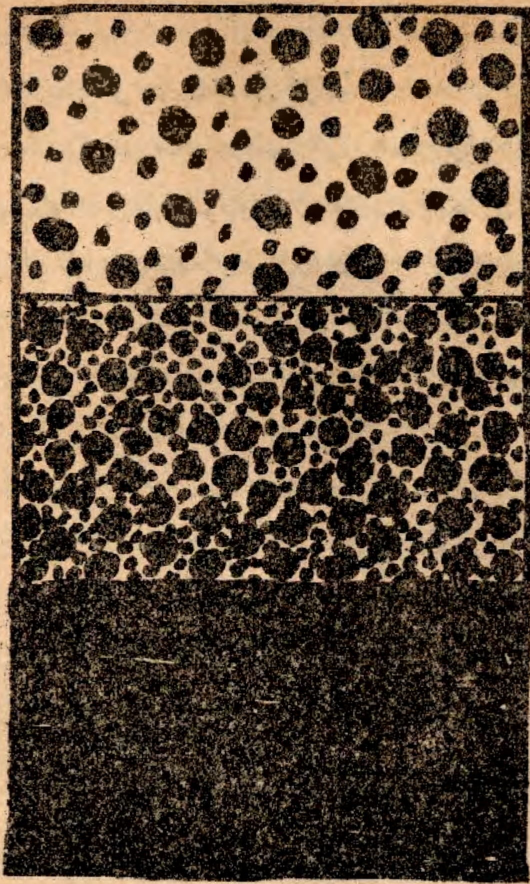
بالفرض اگر ایک بہت ہی وزنی ستارہ سکڑ کر ایک نقطہ بن جائے، تو کیا ہوگا؟
اس کا جواب روسی ماہر طبیعات ایل-ڈی-لانڈاؤ (L-D-LANDAU) نے دیا:
اس نے کہا کہ کبھی مادہ جدا ہونے والے الیکٹرانوں اور جوہری نواتوں پر مشتمل ہے
جونہی ان کا درمیانی فاصلہ ان کے قطروں کے برابر ہو جائے، اسی وقت سکڑنے
کا عمل لازماً رک جانا چاہئے۔ جس طرح پارے کے الگ الگ قطرے اکٹھا کرنے
سے مل جاتے ہیں اسی طرح سکڑنے کے اس مرحلے پر نوات اور الیکٹران براہ
راست اتصال سے ایک دوسرے سے پیوستہ رہتے ہیں اور ستارے کے
اندر ایک مسلسل نواتی مادہ بن جاتا ہے (شکل نمبر ۲۳۹)

مادے کی اس شکل کو بے حد استوار فرض کر لینے سے یہ لازم آتا ہے کہ
وزنی ستاروں میں تدریجاً سکڑنے کا عمل بالآخر رک جائے گا۔ اس کے نتیجے میں
توازن کی جو صورت پیدا ہوگی، اس میں ستارے کے اندرونی حصے میں جوہری
نوات سے مشابہ ایک بہت بڑا نوات ہوگا۔ جس کا قطر کئی سو کلومیٹر ہوگا۔ یہ
نوات چونکہ اُن جوہری نواتوں اور الیکٹرانوں سے بنا ہوگا جو تعدیلی جوہروں
کے کچلے جانے کے عمل میں علیحدہ ہو گئے ہوں گے، اس لئے مجموعی طور پر یہ
نوات بے بار ہوگا۔ اس کی کثافت پانی کی کثافت سے کئی ہزار گنا ہوگی۔

سالمے کے اندر جوہری نوات ایک دوسرے سے اوسطاً 10^{-8} سم دور ہوتے ہیں۔ لیکن اس نواتی شئے میں یہ فاصلے نواتی قطروں کے مساوی یعنی 10^{-12} سم ہو جاتے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ یہ مادہ طول کے لحاظ سے ۱۰ ہزار گنا (10^{4}) بھیک گیا ہے۔ اسلئے کثافت میں اضافہ 10^{12} یعنی .... گنا ہوگا

بقیہ تمام جوان ستاروں میں جن میں ہائیڈروجن ہوتی ہے۔ حر نواتی عمل زیادہ توانائی پیدا کر کے مرکزی درجہ حرارت اور گیس کا دباؤ اس قدر بڑھا دیتے ہیں کہ توازن کو برقرار رکھنے کیلئے کافی ہو۔

شکل نمبر ۳۵



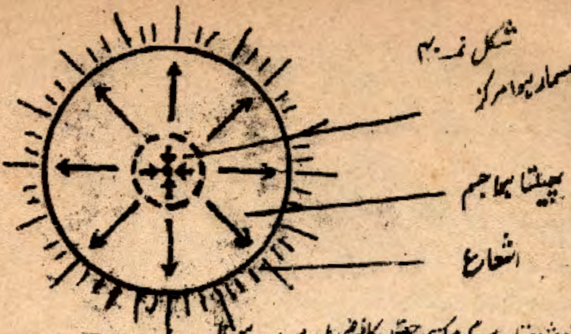
بہت زیادہ دباؤ کے اثر سے مادے کی نراتی حالت تشکیل پاتی ہے۔

اس کثیف مادے سے بنا ہوا ایک چھوٹا سا ذرہ وزن میں کئی ٹن ہوگا لیکن یہاں یہ ہوا حت کر دینا ضروری معلوم ہوتا ہے۔ کہ مادے کی یہ نراتی حالت

بہت زیادہ دباؤ کے زیر اثر ہی باقی رہ سکتی ہے۔ اور یہ دباؤ سکڑتے ہوئے وزنی ستاروں کے اندرونی حصّوں میں پایا جاتا ہے۔ اگر اس مادے کو اندرونی حصّے سے باہر لایا جائے تو یہ ایک دم پھیل کر الگ الگ نواتوں اور الیکٹرانوں میں تقسیم ہو جائے گا۔ اس عمل سے مختلف پائدار عناصر کے جوہر وجود میں آئیں گے

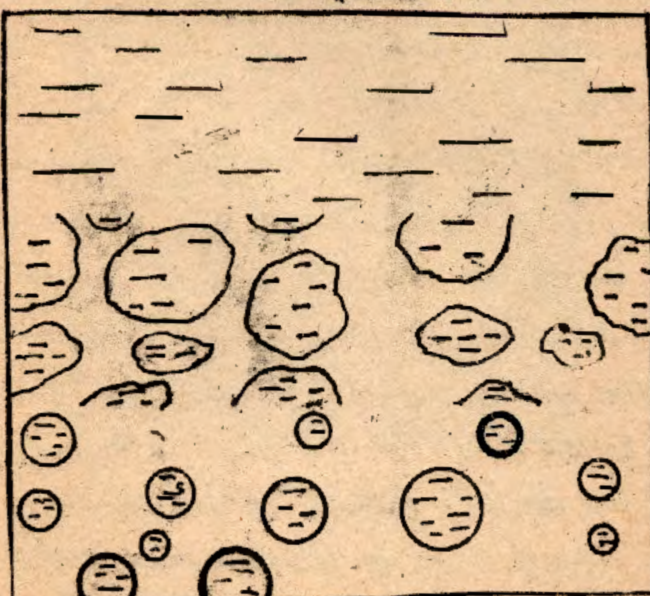
اب ہم پھر فوق الحادث ستاروں کے دھماکوں کے بارے میں ڈاکٹر سٹو کے کے مفروضے کی طرف لوٹتے ہیں اس کا یہ کہنا ہے۔ کہ وزنی ستاروں کے اندرونی حصّوں میں مادے کی نواتی حالت کے وجود میں آنے سے یہ ستارے بے حد تیزی سے مسمار ہو جاتے ہیں۔ غالباً یہ عمل اس طرح شروع ہوتا ہے کہ ستاروں کے اندر برہنہ جوہری نوات اُن آزاد الیکٹرانوں کو جذب کر لیتے ہیں جو بیرونی دباؤ کی وجہ سے ان کے بے حد قریب ہوتے ہیں اور اس عمل میں برہنہ نوات بے بار ہو جاتے ہیں اس کے بعد یہ تعدیلی ذرّات ایک دوسرے کے ساتھ پیوستہ ہو کر نواتی مادے کے ایک ٹھوس ٹکڑے کی شکل اختیار کر لیتے ہیں۔ مسمار ہونے کے اس عمل میں یہ امکان ہے کہ چند گھنٹوں میں ستارے کا نصف قطر اپنی سابقہ مقدار سے ایک فی صد کم ہو جائے۔ اس عمل میں تجاذبی توانائی کی جو بے حد حساب مقدار خارج ہوگی وہ فوق الحادث ستاروں کے شدید اشعاع کی بخوبی توجیہہ کر سکتی ہے اندرونی حصے سے اشعاع کا دباؤ ستارے کی بیرونی تہوں کو اکھاڑ پھینکے گا اور یہ تہیں پھٹتے ہوئے ستارے کے گرد ایک پھیلتے ہوئے خول کی شکل اختیار کر لیں گی۔ (شکل نمبر ۸۰)

فوق الحادث ستاروں کے دھماکوں کی یہ وضاحت بڑی دلکش معلوم



ایک ذرتی المادہ ستارے کے مرکزی حصّے کا فرضی طور پر مسمار ہونا

ہوتی ہے لیکن یہ ابھی تک یہ ایک دلچسپ مفروضہ ہی ہے کیونکہ مادے کے مسمار ہونے کے مسئلے پر ابھی تک علمی طور پر کوئی گہری تحقیق نہیں ہو سکی لیکن امید ہے کہ آئندہ چند سال میں ارتقائے نجمی کے اس آخری مسئلے کا تسلی بخش حل تلاش کر لیا جائے گا۔



شکل نمبر ۴۱ ۔ مسلسل کائناتی گیس سے ستاروں کی تشکیل

دسواں باب

ستاروں اور سیاروں کی تشکیل

ستارے بحیثیت گیسی قطرات

یہ بات پہلے بھی واضح کی جا چکی ہے کہ ارتقا کے ابتدائی مدارج میں تمام ستارے بے حد لطیف اور نسبتاً سرد گیس کے کرے ہوتے ہیں۔ پھر تجاذبی قوتوں کے اثر سے آہستہ آہستہ سکڑ کر گرم اور چمکدار بن جاتے ہیں۔ جب یہ کائنات معرض وجود میں آئی تو یہ ستارے اس قدر نخفے کہ کل فضا کا احاطہ کئے ہوئے تھے اور یہ کائنات ایک مسلسل گیس سے پُر تھی۔ یہ گیس چونکہ اندرونی طور پر ناپائدار تھی، اس لئے بعد میں چھوٹے چھوٹے بادلوں یا گیس کے قطروں میں تقسیم ہو گئی ہو گی اور یہ قطرے سکڑ کر ستاروں کی شکل اختیار کر گئے ہوں گے۔

اس مسلسل کائناتی گیس میں کون سے طبیعی حالات کارفرما تھے؟ کیا وجہ ہے کہ اس طرح عام ہوا قطروں کی شکل اختیار نہیں کرتی؟ کیا یہ ایک اچنبا نہ ہوگا کہ کسی کمرے کی ہوا بہت سے "ہوا کے قطروں" کی صورت میں اکٹھی ہو جائے اور درمیان میں خلا پیدا ہو جائے۔

ان دونوں مثالوں میں فرق اس گیس کی طبیعی یا پیمائی خاصیتوں کا نہیں

جس سے ستاروں کی تشکیل ہوئی ہے[1] بلکہ یہ فرق اس بنا پر ہے کہ ستاروں کی درمیانی فضا بے حد وسیع ہے اور اس کے مقابلے میں ایک عام کرّے کا حجم یا کرۂ ہوا کی تہہ میں کوئی حیثیت نہیں رکھتی اگر کسی کرّے میں یا ہماری زمین کے گرد پھیلے ہوئے کرۂ ہوا میں کہیں گیس کا کچھ حصّہ مرتکز ہونا شروع ہو جائے تو اس جگہ دباؤ زیادہ ہو کر فوراً ہی مرتکز گیس کو بکھیر دے گا۔ اور کثافت اپنی طبعی مقدار پر آجائے گی۔ اس طرح کبھی یہ خدشہ پیدا نہیں ہوگا کہ ہوا کے قطرات بہت زیادہ مرتکز ہو کر خطرناک صورت اختیار کر سکیں۔[2]

لیکن اگر ہوا کافی وسیع جگہ میں مرتکز ہو جائے تو یہ اپنے مختلف حصوں کی باہمی کشش ہی کی وجہ سے پیوستہ رہے گی اور کششِ ثقل کی قوتیں اس کے مزید ارتکاز کا باعث ہوں گی۔ برطانوی ماہرِ طبیعات و فلکیات، سر جیمز جینز (SIR JAMES JEANS) نے یہ تخمینہ لگایا ہے کہ اگر گیس ایک وسیع و عریض خطے میں پھیلی ہو تو اس قسم کے قطرات ضرور بنتے ہیں۔ ہوا کا ایسا 'قطرہ' جو اپنے وجود کو برقرار رکھ سکے، کئی لاکھ کلو میٹر بڑا ہونا چاہیے۔ یہی وجہ ہے کہ کرّے میں یا زمین کے گرد کرۂ ہوا کی پتلی تہہ

---

[1] بے شک ابتدائی گیس ہوا سے کہیں زیادہ گرم تھی اور یہ مختلف عناصر کے بخارات پر مشتمل تھی لیکن اس کے باوجود بحیثیت گیس اس کے عمومی خواص میں کوئی خاص فرق نہیں پڑے گا۔

[2] یہاں یہ بتا دینا ضروری ہے کہ ہوا کا تھوڑا بہت ارتکاز بھی کرۂ ہوا میں ایک اہم حیثیت رکھتا ہے اس سے ہوا کی کثافت یکساں نہیں رہتی اور اس کے نا ہم جنس ہو جانے کی وجہ سے سورج کی روشنی کرۂ ہوا سے گزرتے ہوئے منتشر ہو جاتی ہے روشنی کے اس انتشار سے آسمان روشن ہوتا ہے اور نیلے رنگ کا نظر آتا ہے اگر ہوا بالکل ہم جنس (HOMOGENEOUS) ہوتی تو آسمان ہمیشہ سیاہ نظر آتا اور ستارے دن کے وقت بھی دکھائی دیتے ہر بہم شفق کا دلکش منظر نہ دیکھ سکتے

ہیں کوئی "ہوا کا قطرہ" نہیں بن سکتا۔ لیکن اس لطیف گیس میں جو زمانۂ قدیم میں فضائے بسیط میں پھیلی ہوئی تھی، اس قسم کا ارتکاز یقیناً واقع ہوا ہوگا۔

جس وقت یہ مادہ، جس سے موجودہ ستارے وجود میں آئے، تمام فضا میں یکساں طور پر پھیلا ہوا تھا اس وقت اس کی اوسط کثافت بہت ہی کم تھی یعنی پانی کی کثافت سے ۱................... ہوگی۔ جب کثافت اتنی کم تھی۔ درجۂ حرارت کئی سو درجے تھا، اس وقت کشش ثقل کی قوت اس گیس کو مختلف کرّوں میں تقسیم کرسکتی تھی۔ ہر کرّے کا قطر تقریباً دو یا تین نوری سال[1] (— LIGHT YEARS) اور کمیت .... ۱ ($۱۰^{۳۰}$) کلوگرام ہوگی۔ جب کشش ثقل کی قوتوں نے انہیں مزید سکیڑ دیا ہوگا تو گیس کے یہ قطرات عام ستارے بن گئے ہوں گے جیسے آج ہمیں نظر آتے ہیں۔

اس عمل میں ستاروں کی تشکیل گیس کے بہت بڑے ٹکڑوں کی تجاذبی ناپائداری کے ذریعے ہوئی تھی۔ اس میں بعض اوقات عام ستاروں سے بہت بڑے ستارے بھی پیدا ہو سکتے ہیں۔ لیکن یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ اس قسم کے فوق النجوم (SUPER STARS) کو مرکزی حصوں کے درجۂ حرارت اور ان کی توانائی توانائی کی پیدائش بالکل ناپائدار بنا دے گی اور وہ نسبتاً چھوٹے حصوں میں تقسیم ہو جائیں گے۔

کیا اب بھی ستارے پیدا ہو رہے ہیں

[1] نوری سال سے مراد وہ فاصلہ ہے جو روشنی ایک لاکھ چھیاسی ہزار میل فی سیکنڈ کی رفتار سے چل کر ایک سال میں طے کرتی ہے (م)

بہترین اندازے کے مطابق ستاروں کی یہ کائنات دو ارب سال پہلے معرض وجود میں آئی تھی اور تقریباً یہی وہ زمانہ ہو گا جب فضائے بسیط میں پھیلی ہوئی مسلسل گیس ٹکڑوں میں تقسیم ہوئی ہو گی۔ لیکن سوال یہ ہے کہ کیا ستاروں کی پیدائش اب بالکل ختم ہو چکی ہے۔ یا اب بھی نئے ستارے (حادث نہیں بلکہ حقیقتاً نئے ستارے) پیدا ہو رہے ہیں؟

ہمارے نظامِ نجمی کے ستاروں کی مختلف اقسام کے مطالعے سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ بہت سے ستارے یقیناً باقی کائنات سے کم عمر ہیں۔ ہم ساتویں باب میں دیکھ چکے ہیں کہ "سرخ دیو" ارتقا کے ابتدائی مدارج میں ہیں۔ لہٰذا اس بات کا بہت کم امکان ہے کہ یہ ستارے چند لاکھ سال سے زیادہ پرانے ہوں اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ ان کی تشکیل ارضی ادوار میں ہوئی ہو گی۔ زیر سرخ ستارہ "اپسلون آریگی نمبرا" اس قسم کے ستارے کی موزوں ترین مثال ہے جو ارتقا کے ابتدائی مدارج میں ہو۔ یہ ستارہ غالباً ابھی تک سکڑنے کے ابتدائی مرحلے میں ہے۔

اس کے علاوہ اصلی سلسلے میں سب سے زیادہ چمکدار ستارے "نیلے دیو" بھی نسبتاً نئے ستارے ہی ہیں۔ چونکہ یہ بے حد روشن ہیں اس لئے ان کی عمر نسبتاً کم ہو گی اور موجودہ علم کی روشنی میں ہم یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ ان ستاروں کو نظامِ نجمی میں شامل ہوئے بہت زیادہ عرصہ نہیں گزرا۔ اس قسم کے ستارے مثلاً ۲۹ کلب اکبر یا اے او کیسرپیا، سورج کے مقابلے میں فی گرام بیس ہزار گنا توانائی پیدا کرتے ہیں اس لئے لازمی طور پر ان کی ہائیڈروجن کا ابتدائی سرمایہ زیادہ سے زیادہ پچاس لاکھ سال میں صرف ہو جاتا ہو گا۔ ہم یہ وثوق سے کہہ سکتے ہیں

کہ یہ ستارے اس زمانے میں موجود نہ تھے جب سطحِ زمین پر بہت بڑے جانور رینگتے تھے۔

آج بھی ستاروں کی درمیانی فضا میں کافی گیسی مادہ (گیسی سحابیے) بکھرا ہوا ہے۔ اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ستاروں کی تشکیل کا عمل ابھی تک جاری ہے اگرچہ اب یہ عمل اُس زمانے سے نسبتاً کم پیمانے پر واقع ہو رہا ہوگا جب کہ بیشتر ستارے معرضِ وجود میں آئے تھے۔

"سفید بونوں" کی پیدائش

اگر ہم ساری بھی کائنات کی تخمینی عمر کا موازنہ مختلف قسم کے ستاروں کی عمر سے کریں تو ہمیں ایسے ستارے بھی ملتے ہیں جن کا معاملہ سرخ اور نیلے دیو سے متضاد ہے اور وہ اپنی کہنہ عمر سے بھی زیادہ پرانے معلوم ہوتے ہیں۔ ہم آٹھویں باب میں دیکھ چکے ہیں کہ 'سفید بونے' ایسے ستارے ہیں جن کے نواتی توانائی کے سوتے خشک ہو چکے ہیں اس لحاظ سے یہ ستارے اُس ارتقائی منزل پر ہیں جس پر ہمارا سورج اس وقت پہنچے گا جب یہ اپنی تمام ہائیڈروجن ختم کر دے گا لیکن ہم یہ دیکھ چکے ہیں کہ اُن ستاروں کو جن کی جسامت سورج کے برابر ہے، اس منزل پر پہنچتے ہوئے کئی ارب سال لگ جاتے ہیں۔ اور خود سورج اپنی پیدائش سے لے کر اب تک اپنی ہائیڈروجن کا بمشکل پینتیسواں حصہ صرف کر چکا ہے۔

پھر اس کی کیا وجہ ہے کہ "کلب جوزا کے ساتھی" جیسے ستاروں کے اندر کوئی ہائیڈروجن باقی نہیں اور اس وقت بھی وہ آہستہ آہستہ موت کی جانب رواں

ہیں؟ یہ تصور کرنا بڑا مشکل ہے کہ ان ستاروں میں ابتداءً ہائیڈروجن کی مقدار کم تھی کیونکہ کائنات میں کیمیائی عناصر خوب گھلے ہوئے اور یکساں طور پر پھیلے ہوئے تھے۔ دوسری طرف یہ ماننا بھی مشکل ہے کہ یہ ستارے خود نجمی کائنات سے بھی پرانے ہوں۔ مختصر یہ کہ نجمی کائنات کی عمر فی الحال اتنی کم ہے کہ اس میں سفید بونوں جیسے قدیم اور فرسودہ ستارے ظاہر نہیں ہو سکتے۔ ستاروں کے خاندان میں کلب جوڑا کے ساتھی کی موجودگی زیٹا وارڈ کے کسی مجموعے میں سفید ریش بوڑھے کی موجودگی سے کسی طرح بھی حیران کن نہیں۔

مصنف کا خیال ہے کہ نجمی کائنات کے ارتقا کے موجودہ دور میں اس جسامت کے سفید بونوں کے وجود کی معقول توضیح صرف یہ ہے۔ کہ یہ ستارے کبھی بھی جوان نہ تھے اور یہ محض ایسے حصے ہیں جو تیزی سے نشوونما پاتے ہوئے وزنی ستاروں کے مسمار ہونے پر ان سے علیحدہ ہو گئے تھے۔ وہ بے حد ضخیم اور چمک دار ستارے، جو نجمی کائنات کے آغاز ہی میں پیدا ہو گئے تھے، آج سے بہت پہلے اپنی ہائیڈروجن ختم کر کے آخری بار سکڑنا شروع کر چکے ہوں گے۔ جیسا کہ ہم نے فوق الحادث ستاروں کی وضاحت کرتے ہوئے بیان کیا تھا اغلب یہ ہے کہ وہ ستارے جو سورج سے کئی گنا وزنی ہیں، جب سکڑتے ہیں تو ان کے جسم مسمار ہو جاتے ہیں۔ اس طرح یہ کئی چھوٹے ٹکڑوں میں تقسیم ہو جاتے ہیں۔ ممکن ہے کہ ہمارے نجمی نظام کے سفید بونے یہی ٹکڑے ہوں جو قدیم زمانے میں نجمی دھماکوں سے وجود میں آ گئے تھے۔

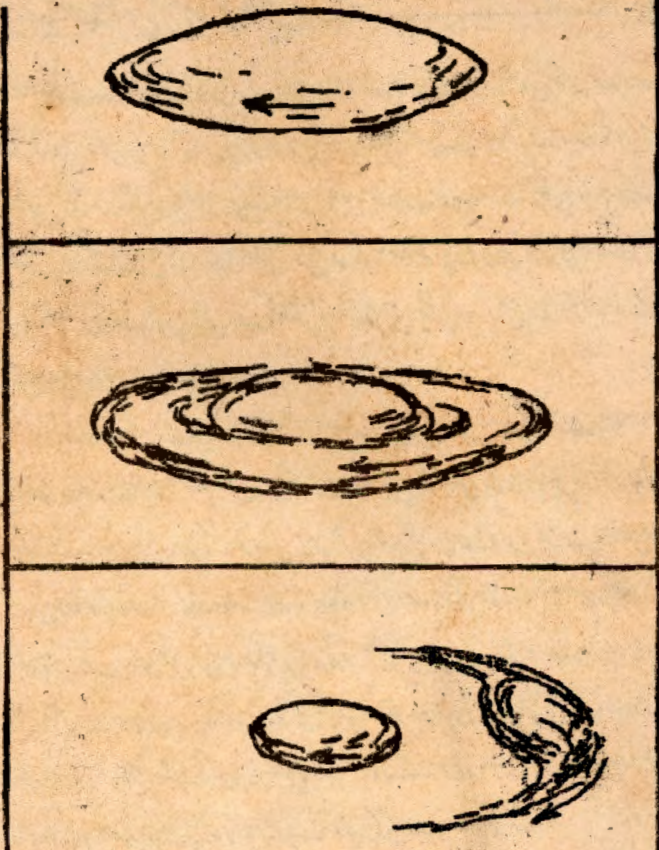
سیارے کس طرح وجود میں آئے ؟

جب انسان نے پہلے پہل دنیا کی ابتدا کے بارے میں سائنسی نقطۂ نظر سے غور و خوض شروع کیا تو اس کی توجّہ زمین اور نظامِ شمسی کے دوسرے سیاروں کی تشکیل کے مسائل پر مرکوز رہی یہ بات بڑی عجیب و غریب ہے کہ آج ہمیں مختلف قسم کے ستاروں کی ابتدا کا حال کافی حد تک معلوم ہے اور ہم ساری کائنات کی پیدائش کے مسائل پر بھی سنجیدہ گفتگو کر سکتے ہیں لیکن زمین کی پیدائش کا مسئلہ آج بھی پوری طرح حل نہیں ہو سکا۔

ایک صدی سے زیادہ عرصہ گزرا مشہور جرمن فلسفی، امانوئل کانٹ (IMMANUEL KANT) نے نظامِ شمسی کی ابتدا کے بارے میں سائنسی بنیادوں پر پہلا مفروضہ پیش کیا۔ اس مفروضے کو فرانس کے شہرہ آفاق حساب دان پیرے سائمن لیپ لیس (PIERRE SIMONDE LAPLACE) نے ترقی دی۔ اس مفروضے کے مطابق جب سورج ابتدا" سکڑ رہا تھا تو مرکز گریز قوت (CENTRIFUGAL FORCE) کے اثر سے اس کے مادے سے کچھ گیسی حلقے جدا ہو گئے۔ جنہوں نے سیاروں کی موجودہ شکل اختیار کر لی (شکل ۴۴) ہمارے موجودہ علم کی روشنی میں یہ دلکش اور سادہ مفروضہ زیادہ دیر سنجیدہ تنقید کی تاب نہیں لا سکتا۔

سب سے پہلی بات تو یہ ہے کہ حسابی طریقوں سے یہ ثابت ہو گیا ہے کہ سکڑتے اور گردش کرتے ہوئے سورج سے جو گیسی حلقہ جدا ہو گا وہ کبھی بھی ایک سیارے کی شکل اختیار نہیں کر سکتا بلکہ اس سے بے شمار چھوٹے اجسام

پیدا ہو سکتے ہیں جو زحل کے حلقوں سے مشابہ ہوں گے



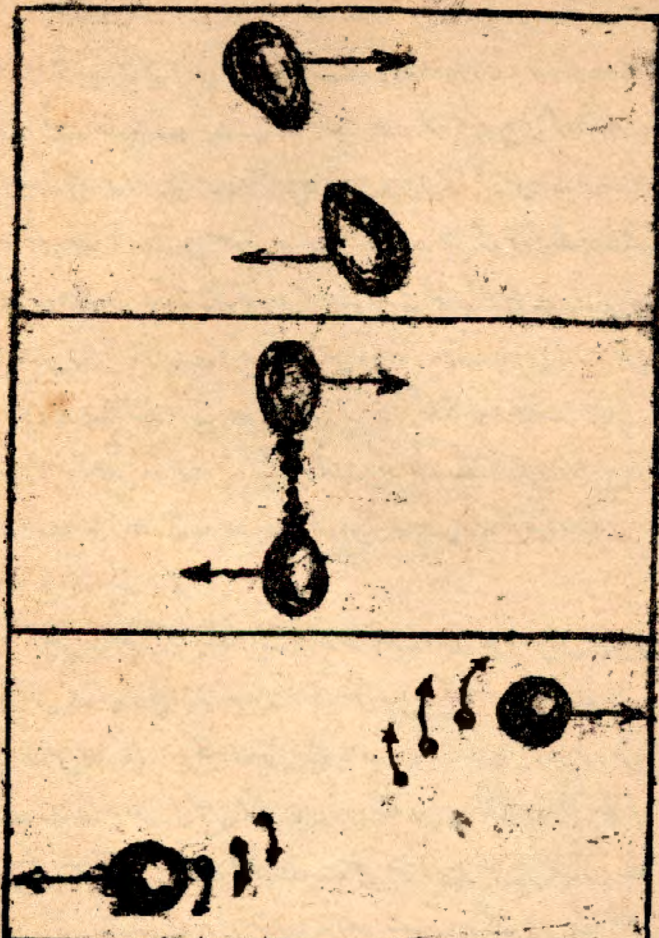
شکل نمبر ۲۲. سیاروں کی پیدائش کے بارے میں کانٹ اور لیپ لیس کا غلط مفروضہ
دو صنف میں علیحدہ علیحدہ قطرات میں تقسیم ہو گئے ہوں گے ان دو ابتدائی
ستاروں کی اضافی حرکت نے ان نا مکمل گیسی سیاروں کو شدید گردش میں ڈال

کانٹ اور لیپ لیس کے مفروضے سے دوسری الجھن یہ پیدا ہوتی ہے کہ نظامِ شمسی کے مجموعی گردشی معیارِ حرکت[1] (ROTATIONAL MOMENTUM) کا ۹۸ فیصد حصّہ بڑے سیاروں سے متعلق ہے اور خود سورج کی گردش صرف دو فیصد کی ذمہ دار ہے۔ یہ بات کس طرح مان لی جائے کہ گردشی معیارِ حرکت کا ۹۸ فیصد حصّہ تو صرف ان حلقوں میں مرتکز ہو گیا اور جس گردش کرتے ہوئے سورج سے وہ حلقے جدا ہوتے تھے خود اس کا معیارِ حرکت تقریباً نہ ہونے کے برابر رہ گیا۔ اس لئے یہ ماننا پڑے گا جیسا کہ چیمبرلین (CHAMBERLAIN) اور مولٹن (MOULTON) نے سب سے پہلے تجویز کیا تھا، کہ گردشی معیارِ حرکت نظامِ سیّارگان کو کہیں باہر سے مہیا کیا گیا ہو گا اور یہ کہ سیّارے سورج اور کسی ایسے دوسرے ستارے کے تصادم سے وجود میں آئے ہوں گے جو جسامت میں سورج کے ہم پلّہ ہو گا۔

ہمیں یہ تصور کرنا ہو گا کہ ایک زمانہ تھا جب سورج بالکل تن تنہا تھا اور اس کے گرد کوئی سیّارہ موجود نہ تھا۔ اس دور میں کسی اور ستارے سے جو خضا میں مصروفِ سفر تھا اتفاقاً اس کا ملاپ ہو گیا۔ سیاروں کے وجود میں آنے کے لئے یہ ضروری نہیں تھا کہ ان دونوں ستاروں میں تصادم واقع ہو۔ کششِ ثقل کی باہمی قوتیں بہت کافی فاصلے سے بھی اثر انداز ہو سکتی ہیں خیال یہ ہے کہ ان قوتوں کے اثر سے دونوں ستاروں پر ابھار سے پیدا ہو گئے ہوں گے (شکل نمبر ۳۴) جب یہ ابھار جو مدوجزر کی دیوقامت موجیں تھیں۔ ایک خاص بلندی سے زیادہ ہو گئے تو وہ ان ستاروں کے مراکز کو ملانے والے خط کی

[1] معیارِ حرکت کسی جسم کی کمیت اور رفتار کا حاصل ضرب ہوتا ہے (مؔ)

شکل نمبر ۴۳



سیاروں کی پیدائش کے بارے میں "تصادم اور غبار" کا نظریّہ

دیا ہوگا۔ جب یہ والدین ایک دوسرے سے جدا ہوئے تو ان کے گردِ تیزی سے گھومتے ہوئے سیارے موجود تھے۔ ستاروں کی سطح پر مد و جزر کی موجوں نے انہیں اسی سمت میں آہستگی سے گردش کرنے پر بھی مجبور کر دیا ہوگا جس میں سیارے گردش کرتے تھے۔ اس سے یہ واضح ہو جاتا ہے کہ سورج کا محورِ گردش سیاروں کے مدار کے محور سے اتنا قریب کیوں ہے۔

یہ بات کس قدر دلچسپ ہے کہ فضائے بسیط میں کہیں ایک ستارہ اب بھی رواں دواں ہے جس سے نظامِ شمسی کے سیارے پیدا ہوئے تھے اور اس کے گرد ہماری زمین کے چند سوتیلے بہن بھائی اب بھی موجود ہیں لیکن ہمارے نظامِ سیارگان کی پیدائش کو چونکہ چند ارب سال گزر چکے ہیں اس لئے سورج کا ساتھی اب تک بہت دور جا چکا ہوگا اور آسمان پر بکھرے ہوئے ستاروں میں رل مل گیا ہوگا۔

لیکن اگر ہم دو ستاروں کے درمیان مڈبھیڑ کے امکانات پر غور کریں تو سیاروں کی پیدائش کے متعلق 'تصادم اور فرار' کا نظریہ قبول کرنے سے کئی مشکلات پیدا ہو جاتی ہیں۔ ستاروں کا درمیانی فاصلہ بہت زیادہ ہے اور اُن کے قُطر نسبتاً کم ہیں۔ اس سے یہ حساب لگانا آسان ہے کہ ان کی پیدائش سے اب تک جو چند ارب سال گزرے ہیں، ان میں کسی ایک ستارے کے لئے اس قسم کے تصادم کا اِمکان کئی ارب میں صرف ایک کا ہے اس سے ظاہر ہے کہ سیاروں کے نظام بہت کمیاب ہیں اور ہمارا سورج بڑا خوش قسمت ہے کہ وہ اس قسم کے نظام سے وابستہ ہے۔ اس کے یہ معنی ہیں کہ نظامِ نجمی کے کئی ارب ستاروں میں غالباً

صرف ہمارا سورج اور اس کا ساتھی ہی ایسے دو ستارے ہیں جن کے گرد سیارے موجود ہیں۔

یہ حقیقت ہے کہ ابھی تک کوئی ایسی طاقتور دوربین ایجاد نہیں ہوئی کہ ہم کسی دوسرے نظام سیارگان کے وجود کے بارے میں کچھ کہہ سکیں خواہ وہ قریب ترین ستاروں ہی کا کیوں نہ ہو آسمان میں دوہرے اور بعض اوقات تہرے ستاروں کی تو کافی تعداد دکھائی دیتی ہے اور چھوٹے سیاروں کے نظام کے مقابلے میں ان کی پیدائش کا حال جاننا کافی مشکل ہے۔ لیکن یہ بات بڑی ناموزوں سی ہوگی کہ سورج کی طرح کے نظام سیارگان اتنے کمیاب ہوں۔

ہم ان تمام مشکلات سے نجات پا سکتے ہیں اگر ہم یہ فرض کریں کہ کائنات کے ارتقا کی ابتدائی منازل ہی میں ستاروں کی تشکیل کے بعد یہ سیارے معرض وجود میں آ گئے ہم اگلے دو ابواب میں دیکھیں گے کہ یہ کائنات کس طرح ہر لحظہ پھیل رہی ہے اس سے معلوم ہوتا ہے کہ ماضی بعید میں آج کے مقابلے میں ستارے ایک دوسرے کے زیادہ قریب تھے اس دور میں ستاروں کے باہمی تصادم زیادہ عام ہوں گے اور ہر ستارے کے لئے کافی مواقع تھے کہ وہ اپنے نظام سیارگان سے مزین ہو سکے۔ کئی دفعہ ایسا ہوا ہوگا کہ کسی تیسرے ستارے کی موجودگی میں اس قسم کے تصادم سے وہ دونوں ستارے ایک دوسرے سے مستقل طور پر منسلک ہو گئے ہوں اور اس طرح ستاروں کے موجودہ دوہرے نظام وجود میں آ گئے ہوں۔

گیارھواں باب

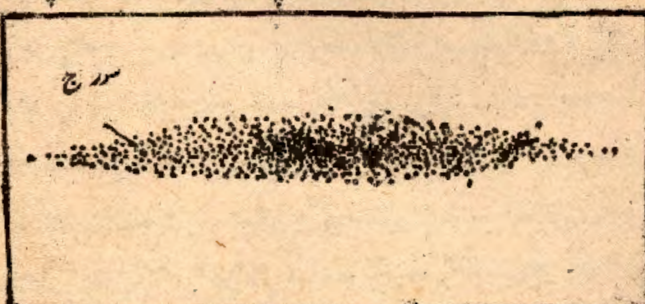
جزائری کائناتیں

کہکشاں

جب مطلع صاف ہو تو ہمیں رات کے وقت آسمان کے آر پار ایک مدھم سی روشن دھاری افق تا افق پھیلی ہوئی نظر آتی ہے۔ قدیم زمانے کے ماہرین فلکیات کے شوخ تصور میں یہ دھاری کسی آسمانی گائے کا بہتا ہوا دودھ تھا (اگرچہ گائے نامی کوئی مجموعۂ نجوم موجود نہیں) اس لئے اس کا نام کہکشاں (GALAXY) یا دودھیا راستہ (MILKY WAY) رکھا گیا۔ مشہور ماہرِ فلکیات سر ولیم ہرشل (SIR WILLIAM HERSCHEL) نے دوربین سے جو ابتدائی مشاہدات کئے تھے، وہ بھی اس استعارے کی تصدیق کرتے ہیں۔ جس طرح عام دودھ کم و بیش ایک شفاف مائع ہے۔ جس میں چھوٹے چھوٹے روغنی ذرات معلق ہوتے ہیں اسی طرح آسمان پر دودھیا راستہ بھی بے شمار مدھم ستاروں پر مشتمل ہے۔ جنہیں خالی آنکھ سے علیحدہ علیحدہ نہیں دیکھا جا سکتا۔

کہکشاں کے ستارے کم و بیش ایک باقاعدہ منطقے میں پائے جاتے ہیں جو آسمان کو گھیرے ہوئے ہے۔ اس مشاہدے سے ہرشل نے خیال کیا کہ ستاروں کا یہ

جگمگ قدرے چپٹے قرص کی شکل کا ہے جیسے کوئی پتلی گھڑی ہو اور سورج اس کے اندرونی حصے میں کہیں واقع ہے۔ شکل نمبر ۱۴۴ میں نظامِ کہکشانی ہرشل کے نظریے کے مطابق دکھایا گیا ہے اس شکل سے یہ ظاہر ہے کہ اس قرص کی اصلی سطح کے عموداً نسبتاً کم ستارے نظر آئیں گے البتہ اس سطح کی سمت میں کافی ستارے ہوں گے۔ اس سطح کی سمت میں جو ستارے پائے جاتے ہیں اُن کی اکثریت بہت زیادہ فاصلے پر واقع ہے چونکہ یہ دیکھنے میں دھندلے نظر آتے ہیں اور ان کی تعداد بہت زیادہ ہے۔ اس لئے ہمیں یہ مسلسل پھیلی ہوئی روشنی کی مانند نظر آتے ہیں۔ ہرشل کو بھی کائنات کا یہ نظریہ پیش کئے سو سال سے زیادہ عرصہ گزر چکا ہے اور اس نظریے کی ٹھوس بنیادوں پر بعد ازاں کائنات کا وسیع پیمانے



شکل ۱۴۴ کہکشاں کے ستاروں کا خاکہ جس میں سورج کا مختلف المرکز مقام دکھایا گیا ہے

پر مطالعہ کیا جاتا رہا ہے۔

آسمان پر ستاروں کی تعداد

اگرچہ ہم اکثر کسی چیز کی کثرت کا اظہار کرنے کے لئے آسمان کے ستاروں

کی مثال دیتے ہیں۔ لیکن جن ستاروں کو ہم خالی آنکھ سے دیکھ سکتے ہیں اُن کی تعداد کوئی بہت زیادہ نہیں شمالی اور جنوبی نصف کروں میں ایسے ستاروں کی کل تعداد چھ ہزار سے قدرے زائد ہے اور چونکہ افق کے نزدیک چیزیں واضح طور پر نظر نہیں آتیں اس لئے کسی ایک وقت میں ہم بمشکل دو ہزار ستارے دیکھ سکتے ہیں۔

اگر ہم طاقتور دوربینوں کا رُخ آسمان کی طرف پھیر دیں تو معاملے کی نوعیت مختلف ہو جاتی ہے۔ آج کے فلکی مشاہدات کے پیشِ نظر ہم کسی چیز کی کثرت کے اظہار کے لئے ستاروں کی مثال دینے میں حق بجانب ہیں ہالینڈ کے ماہرِ فلکیات ا کیپ ٹین (KEPTEYN) نے بڑی محنت اور جانفشانی سے کہکشاں کا مطالعہ کیا۔ اس ہیئت داں کے اندازے کے مطابق اگر تمام دھندلے اور بعید ستاروں کو شامل کیا جائے تو ہمارے نظام کہکشانی میں تقریباً چالیس ارب ستارے ہیں اور یہ تعداد واقعی بہت زیادہ ہے۔

کہکشاں کے تمام ستاروں کے نام نہیں رکھے گئے جیسے قلب جوزا یا عیوق ستاروں کے نام ہیں اس کی یہ وجہ نہیں کہ چالیس ارب ستاروں کے نام تجویز کرنا ناممکن ہے۔ کیونکہ انگریزی کے ۲۶ حروف سے اگر آٹھ حرفی الفاظ وضع کئے جائیں تو ان کی تعداد اتنے ستاروں کے نام رکھنے کے لئے کافی ہو گی مشکل یہ ہے کہ تمام ستاروں کا نام رکھنے میں ایک عرصۂ دراز صرف ہو جائے گا۔ اگر ہم ہر سیکنڈ میں ایک نیا نام وضع کریں تو تمام ستاروں کے نام رکھنے میں ۱۲۰۰ سال صرف ہوں گے !!

قلب جوزا (شعرائے یمانی) ہم سے ۵۲۰۰۰ ارب میل دور ہے۔ اگر روشنی ایک لاکھ چھیاسی ہزار میل فی سیکنڈ کی رفتار سے چلے تو اس کی روشنی ہم تک آٹھ سال میں پہنچے گی۔ پھر بھی ہم کہتے ہیں کہ قلب جوزا نسبتاً نزدیک ہے ہمارے کہکشانی نظام میں کئی ستارے اتنے دور بھی ہیں کہ اُن کی روشنی زمین تک کئی ہزار سال میں پہنچتی ہے اس لئے ماہرین فلکیات سہولت کے لئے اِن فاصلوں کو عام اکائیوں کی بجائے نوری سالوں[1] (LIGHT YEARS) میں ظاہر کرتے ہیں۔

بڑی محتاط پیمائشوں کے بعد کیپ ٹین نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ کہکشاں کے چالیس ارب ستارے ایک عدسہ نما فضا میں تقسیم ہیں جس کا قطر ایک لاکھ نوری سال ہے۔ اس عدسہ نما کہکشاں کی حدود زیادہ نمایاں نہیں کیونکہ جوں جوں ہم مرکزی حصوں سے باہر کی طرف جاتے ہیں۔ ستارے چھدرے ہوتے جاتے ہیں یہ ممکن ہے کہ جن فاصلوں کا اوپر ذکر کیا گیا ہے ان سے پرے بھی چند ستارے موجود ہوں۔

ہمارا سورج اپنے سیاروں سمیت اس کہکشانی عدسے کے کنارے سے زیادہ دور نہیں۔ یہ استوائی سطح کے قریب ہے اور مرکز سے تیس ہزار نوری سال کے فاصلے پر ہے۔ کہکشاں کے مرکز میں ستاروں کا زیادہ ہجوم ہونا چاہیئے

---

[1] ایک نوری سال ۔۔۔۔۔۔۔۔۔ ۳۶۴۹ کلومیٹر یا ۵۶۰۰ ارب میل کے برابر ہوتا ہے۔

اور اس لئے اسے زیادہ روشن ہونا چاہیئے۔ یہ مرکز کہکشاں کے اس حصے میں واقع ہے جو برج قوس (SAGITTARIUS) میں سے گزرتا ہے۔

بد قسمتی سے کہکشانی مرکز اور سورج کے درمیانی علاقے میں ہر وقت سیاہ[1] بادل چھائے رہتے ہیں یہ بادل اس سرد گیس اور غبار سے بنے تھے۔ جو ستاروں کی پیدائش کے بعد باقی رہ گیا تھا، یہی وجہ ہے کہ اس دلچسپ خطے کا مشاہدہ ناممکن ہو جاتا ہے۔

کہکشاں میں ستاروں کی حرکت

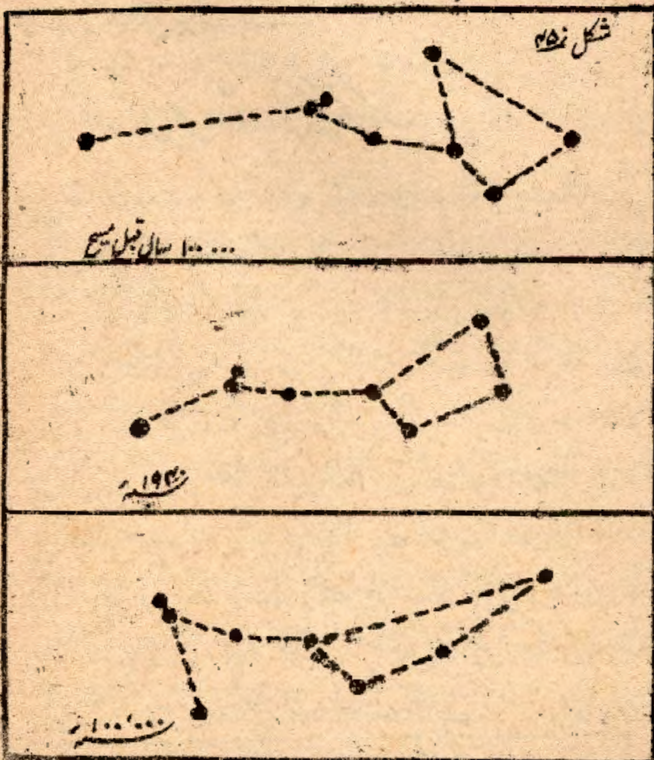
قدیم فلکیات میں کرہ فلک کے مختلف مجموعہ ہائے نجوم کے ستاروں کو ثوابت (FIXED STARS) کہتے تھے یہ نام اُن آوارہ ستاروں 'یا سیاروں' سے اختلاف کی بنا پر رکھا گیا تھا جو ثوابت کے درمیان کافی تیزی سے حرکت کرتے رہتے ہیں۔ اب ہم جانتے ہیں کہ یہ ثوابت بھی فضا میں متحرک رہتے ہیں بلکہ ان کی رفتار سیاروں سے بھی زیادہ ہوتی ہے۔ لیکن چونکہ یہ ستارے ہم سے بہت ہی دور ہیں اس لئے اُن کی مطلق رفتاریں زیادہ ہونے کے باوجود ہمیں ان کے مقام میں نسبتاً خفیف زاویئ تبدیلی نظر آتی ہے مگر اب آسمان کی مختلف سالوں میں اتاری ہوئی تصاویر سے اُن کے مقامات کی تبدیلی کا جائزہ لیا جا سکتا ہے۔ اور ہم پیشین گوئی کر سکتے ہیں کہ مستقبل بعید میں آسمان کی صورت کیا ہوگی شکل نمبر ۵۴ میں وہ تغیرات دکھائے گئے ہیں۔ جو مشہور مجموعۂ نجوم 'دبِ اکبر'[2]

---

[1] سیاہ سحابیوں میں سے ایک سحابیہ [2] یعنی بڑا ریچھ

(GREAT BEAR OR DIPPER) میں واقع ہونے والے ہیں۔ فلکیات کے نقطۂ نظر سے چند لاکھ سال معمولی عرصہ ہے لیکن اتنے عرصہ میں بھی آسمان کی شکل بدل سکتی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ جب غاروں میں رہنے والا انسان آج سے کئی ہزار سال پہلے یورپ میں ریچھ اور ہاتھیوں کا شکار کرتا تھا تو اس کے سر پر جو آسمان تھا وہ آج سے بالکل مختلف تھا۔ یہ بڑے

شکل نمبر ۵۴



مجموعہ نجوم "دب اکبر" میں آئندہ دو لاکھ سال میں ہونے والے تغیرات۔

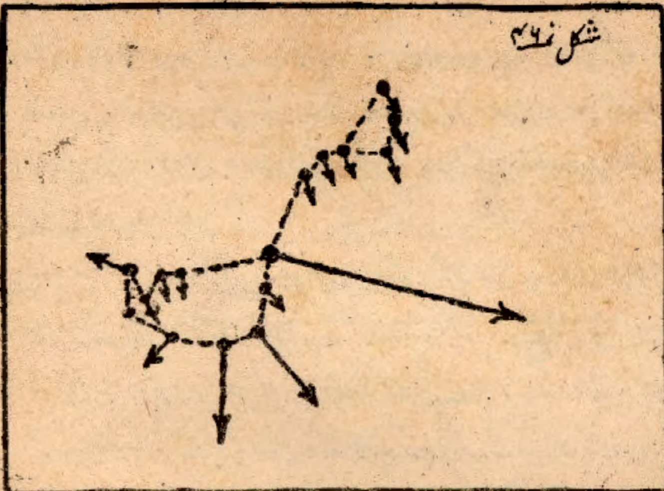
افسوس کا مقام ہے کہ اس نے غاروں کی دیواروں پر اپنے شکار کی فن کارانہ تصاویر تو کھود دیں لیکن قدیم زمانے کے انسان کو آسمان کی تصویر بنانے کا دھیان نہ آیا۔ اگر اس وقت کا انسان یہ کام کر دیتا تو آج کے ماہرینِ فلکیات کو اتنی زحمت نہ اٹھانی پڑتی۔

ضمناً یہاں یہ ذکر کر دینا بھی موزوں ہوگا کہ اگرچہ ستارے فضا میں مجموعی طور پر بے قاعدہ اور ایک دوسرے سے آزاد حرکت کرتے ہیں۔ لیکن ایسی کئی مثالیں موجود ہیں جن میں ایک مجموعۂ نجوم کے ستارے اکٹھے حرکت کرتے معلوم ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر دب اکبر کے سات ستاروں میں سے پانچ ایک ہی سمت میں حرکت کرتے معلوم ہوتے ہیں (شکل ۴۵) ان کے اضافی فاصلوں کے تخمینے سے معلوم ہوتا ہے کہ وہ ایک دوسرے کے کافی قریب ہیں۔ باقی دو ستارے، جن کی وجہ سے اس مجموعۂ نجوم کا یہ حصہ کف گیر کی شکل سے مشابہ ہے، اس نظام سے بے تعلق معلوم ہوتے ہیں۔ یہ بالکل مختلف سمت میں حرکت کر رہے ہیں اور زمانۂ قبل از تاریخ میں غالباً انہیں ستاروں کے اس گروہ میں شمار بھی نہ کیا جاتا ہوگا۔ کسی معروف مجموعۂ نجوم میں اس قسم کے تغیرات کی ایک دلچسپ مثال برج عقرب (SCORPION) شکل نمبر (۱۹۷)۔

ستاروں کی رفتار

(ANGULAR DISPLACEMENT)

اگر ہمیں حرکت کی وجہ سے ستاروں کا زاویٔ ہٹاؤ ——



شکل نمبر ۴۶

برج عقرب کی موجودہ حالت اور ایک لاکھ سال بعد اس کے ستاروں کے مقامات میں تغیرات (جو تیر کے نشانات سے ظاہر کئے گئے ہیں)۔

اور زمین سے ان کے فاصلے معلوم ہوں تو ہم خطِ نگاہ کے عموداً ان کی مستقیم رفتار بآسانی معلوم کر سکتے ہیں یہ رفتار اوسطاً ۲۰ کلومیٹر فی سیکنڈ ہوتی ہے اگرچہ بعض حالتوں میں یہ ۱۰۰ کلومیٹر فی سیکنڈ تک بھی پہنچ جاتی ہے سورج خود ۱۹ کلومیٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے ایک خاص نقطے کی جانب رواں ہے جو مجموعۂ نجوم "ہرقلس" یا "الجاثی" (HERCULES) میں کہیں واقع ہے۔

اگرچہ انسانی نقطۂ نظر سے ستاروں کی رفتار بہت زیادہ ہے لیکن فضا میں بکھرے ہوئے ستاروں کے درمیانی فاصلے کی وسعت کے پیشِ نظر یہ رفتار بہت کم ہے۔ سورج کا قریب ترین ہمسایہ رجل القنطورس (α CENTAURI) ہے۔ یہ ہم سے ۴٫۳ نوری سال کے فاصلے پر واقع ہے۔

اگر سورج اس کی جانب براہِ راست حرکت کرے تو وہ ستّر ہزار سال بعد ایک دوسرے سے ٹکرا جائیں گے لیکن ہمیں اس قسم کے ناخوشگوار حادثے کا کوئی خدشہ نہیں ہونا چاہئے۔ کیونکہ ستارے اس قدر دور دور واقع ہیں کہ اس قسم کے تصادم کے امکانات بہت کم ہیں۔ فی الحقیقت یہ اندازہ لگایا گیا ہے کہ کائنات کے دو ارب سال کے عرصۂ حیات میں اس قسم کے تصادم چند ہی بار واقع ہوئے ہوں گے۔

کہکشاں کی گردش

فلکی مشاہدات سے یہ معلوم ہوا ہے کہ ہمارے کہکشانی نظام کے منفرد ستاروں کی اس بے قاعدہ اور بے ترتیب حرکت کے علاوہ یہ سارا عدسہ نما نظام اپنے مرکزی محور کے گرد آہستہ آہستہ گھوم رہا ہے۔ حال ہی کے ایک تخمینے کے مطابق کہکشاں ایک صدی میں ۷ زاویئی سیکنڈ گردش کرتی ہے۔ اس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ کل ارضیاتی دور میں ہماری کہکشاں پانچ یا چھ پورے چکر لگا چکی ہے۔

بظاہر یہ گردش کوئی زیادہ معلوم نہیں ہوتی لیکن ہم یہ بات نظر انداز نہیں کر سکتے کہ اس کہکشانی عدسے کی عظیم جسامت کے باعث زاویئی گردش کی یہ رفتار کئی سو کلومیٹر کی مستقیم رفتار کے برابر ہوگی غالباً اسی گردش کی وجہ سے کہکشاں کی شکل چپٹی ہے۔ جس طرح زمین کی گردش کے سبب اسکی شکل بیضہ نما (ELEPSOIDED) ہے

کہکشاں کی عمر

سورج اس کہکشانی نظام کے متعدد افراد میں سے ایک فرد ہے۔ اسکا مطلب

یہ ہے کہ کہکشاں کی عمر سورج کی عمر سے کم نہیں ہو سکتی اور یہ کم از کم چند ارب سال ضرور ہوگی۔

ستاروں کی حرکت کے مطالعے سے ہم کہکشاں کی زیادہ سے زیادہ ممکنہ عمر کا بھی اندازہ کر سکتے ہیں۔ یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ اگر کچھ ستارے ایک محدود جگہ میں حرکت کر رہے ہوں تو باہمی تجاذب کے اثر سے دیر سویر ہر ستارہ ایک خاص رفتار حاصل کرے گا۔ اور رفتاروں کی یہ تقسیم گیسی سالمات کی میکسویل کی تقسیم سے ملتی جلتی ہوگی (دیکھئے دوسرا باب) اگر ہم کہکشاں کے ستاروں کیلئے فن اعداد و شمار کے طریقے استعمال کریں تو معلوم ہوتا ہے کہ ان ستاروں کی تقسیم تقریباً دس ارب سال میں مکمل ہوگی فلکی شواہد سے معلوم ہوتا ہے کہ اس تقسیم کے پورا ہونے میں ابھی کافی کسر ہے اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ بخمی کائنات کی حقیقی عمر ۱۶۶ اور دس ارب سال کے کہیں درمیان ہے۔

دوسرے جہان

فلکی مشاہدات کی بنا پر طویل عرصے سے یہ معلوم تھا کہ بے شمار لمبوترے سحابی تما اجسام آسمان میں کم و بیش یکساں طور پر بکھرے ہوئے ہیں لیکن یہ بات حال ہی میں قطعی طور پر ثابت ہوئی ہے کہ یہ بیضوی یا چکر دار سحابیے (ELLIPTICAL OR SPIR AL NABULAE) ہمارے کہکشانی نظام میں شامل نہیں بلکہ خود مختار بخمی نظام ہیں جو ہمارے نظام سے مشابہ ہیں اور بے حد حساب فاصلے پر واقع ہیں ان بعید کعاسو ں کی شکل ویسی ہی نظر آتی ہے۔ جیسا کہ ہرشل کی مقبول عام

دائے کے مطابق ہمارا نظام باہر سے نظر آتا ہوگا۔ تصاویر میں اس قسم کے جہان دکھلائے گئے ہیں۔ یہ تصاویر ماؤنٹ ولسن رصدگاہ کی طاقتور دوربین سے اتاری گئی ہیں۔ ان سے پتہ چلتا ہے کہ مادرائے کہکشاں سحابیوں کی شکل عدسہ نما ہے اور مرکزی گاؤدم جسم کے گرد بل کھاتے ہوئے بے ڈول چکردار بازو موجود ہیں۔ تمام ماورائے کہکشاں سحابیوں میں یہ بازو نہیں ہوتے اور ان میں کئی سحابیوں کی شکل باقاعدہ چپٹے بیضے کی مانند ہوتی ہے۔ شکل نمبر ۲ میں ان سحابیوں کی مختلف شکلوں کو خاکے سے ظاہر کیا گیا ہے۔ ان خاکوں کی بنیاد



شکل نمبر ۴۷ ماورائے کہکشاں سحابیوں کی جماعت بندی مجوزہ ہبل

ماؤنٹ ولسن کے ماہر فلکیات "ای ہبل" (E - HUBBLE) کے مشاہدات پر رکھی گئی ہے۔ ہمیں ان بعید جزائری کائناتوں کا حال زیادہ تر اسی ماہر فلکیات نے بتایا ہے۔ اگر ہم انہیں نسبتاً کم طاقتور دوربینوں سے دیکھیں تو گیس کے چمکدار اور مسلسل جسم نظر آتے ہیں۔ اس لئے انہیں سحابیے کہتے ہیں۔ لیکن ماؤنٹ ولسن کی ۱۰۰ انچ کی دوربین سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ کم از کم بیرونی بازو کئی ارب ستاروں پر مشتمل

ہیں۔ جو ہمارے نظام نجمی سے بہت مشابہ ہیں۔ اتنی طاقتور دوربین استعمال کرنے کے باوجود سحابیوں کے مرکزی حصے میں الگ الگ ستارے نظر نہیں آتے اگرچہ نوعیت کے اعتبار سے یہ ستاروں سے مشابہ ہیں۔ لیکن یہ امر صرف بالواسطہ طریقے سے ثابت کیا جا سکتا ہے اس کا ذکر ہم آئندہ چل کر کریں گے۔

ماورائے کہکشاں میں سحابیوں کے فاصلے اور جسامتیں۔

یہ جزائری کائناتیں ہم سے اتنے زیادہ فاصلے پر ہیں کہ پیمائش کے عام فلکیاتی طریقے (مثلاً پیرالکس یا اختلاف منظر[1] کے تخمینے) بالکل ناکارہ ثابت ہوتے ہیں یہی وجہ ہے کہ زمانہ قریب تک غلطی سے یہ سمجھا جاتا رہا کہ یہ سحابیے کہکشاں کے ستاروں ہی میں شامل ہیں۔

سب سے پہلی پیمائش مجموعہ نجوم مراۃ المسلسلہ یا اندرومیدا (ANDROMEDA) کے سحابیے (تصویر نمبر) کے بارے میں کی گئی۔ یہ اسی وقت ممکن ہوا جب یہ معلوم ہو گیا کہ اس کے چکروں میں متعدد الگ الگ ستارے ہیں۔ جن میں کئی متغیرہ سیفیڈ ستارے شامل ہیں۔ ہم ساتویں باب میں دیکھ چکے ہیں کہ ان ستاروں میں باقاعدہ دھڑکن پائی جاتی ہے اور ان کے دھڑکنے کی میعادیں ان کی نوریت پر براہ راست منحصر ہوتی ہیں جو ستارے مراۃ المسلسلہ کے سحابیے کے چکر دار بازوؤں میں واقع ہیں ان کی میعادوں کے دھڑکنے کے ادوار کا مشاہدہ کر کے ہم ان کی مطلق نوریت شمار کر سکتے ہیں۔ ان کی مطابق نوریت کا ظاہرا چیک سے

---

[1] دیکھنے والے کے مقام میں تبدیلی واقع ہونے سے کسی جرم کی سمت میں فرق یا ظاہرا مقام میں تبدیلی واقع ہونا (م)

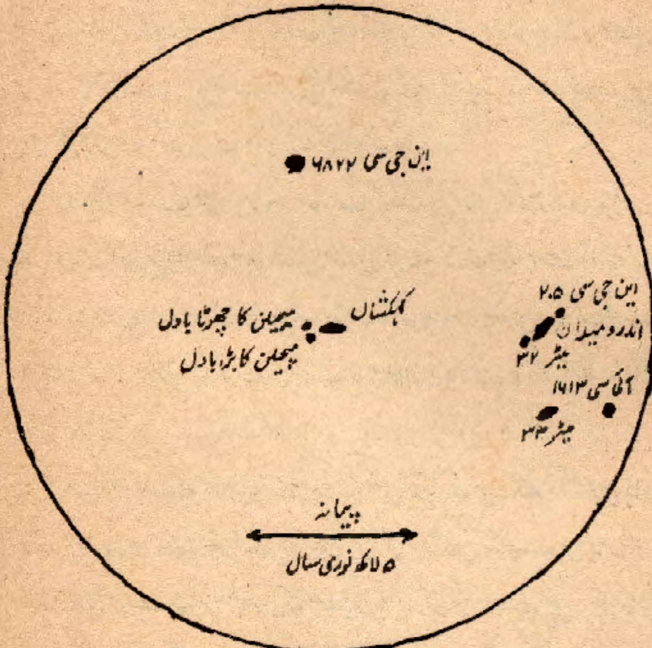
موازنہ کرکے ان کے فاصلے کا تخمینہ معکوس مربع کا کلیہ۔(INVERSE SQUARE LAW) استعمال کرکے لگایا جاسکتا ہے۔

مراۃ المسلسلہ کے سحابیے میں جتنے بھی سیفیڈ ستارے ملے ہیں سب کے متعلق یہ معلوم کیا گیا ہے کہ وہ ہم سے چھ لاکھ اسی ہزار نوری سال کے فاصلے پر ہیں۔ اس سحابیے کی جسامت ہماری کہکشاں کے مساوی یا قدرے کم ہے۔ اس کی مجموعی نوریت سورج سے تقریباً ۱۱ ارب گنا ہے۔

مراۃ المسلسلہ کا عظیم سحابیہ ہمارے کہکشانی جہاں کا نزدیک ترین ہمسایہ ہے۔ اس ہولناک فاصلے سے کائنات کی خلاؤں کی وسعت کا تھوڑا بہت اندازہ کیا جاسکتا ہے۔ اس سحابیے کے علاوہ ایک اور چکردار سحابیہ، دو بیضوی اور ایک بے قاعدہ شکل کا سحابیہ بھی ہمارا ہمسایہ ہے۔ ان کے فاصلے اور مقامات کا خاکہ شکل نمبر ۸۴ میں دیا گیا ہے۔

مراۃ المسلسلہ کے سحابیے کے قریب اس دنیائے بعید کے دو ثانوی ستارے یا چاند (SETELLITE) نظر آتے ہیں۔ ان میں بھی کروڑوں ستارے ہیں جو مراۃ المسلسلہ کے سحابیے کے گرد مکھیوں کے جھنڈ کی مانند گردش کر رہے ہیں (چکر دار سحابیے کے چاند کی مثال کے لئے تصویر   دیکھئے) اس سے یہ گمان ہوتا ہے کہ ہماری کہکشاں کے بھی چاند ہونے چاہئیں۔ اور واقعی اس کے دو چاند ہیں۔ ان میں سے ایک ہم سے پچاسی ہزار نوری سال اور دوسرا پچانوے ہزار نوری سال کے فاصلے پر ہے۔ چونکہ یہ نسبتاً قریب واقع ہیں۔ اس لئے خالی آنکھ سے دیکھے جاسکتے ہیں۔ ان کا نام کہ سب سے پہلے پرتگالی سیاح فرڈیننڈ

میجیلن (FERDINAND MAGELLAN) نے کیا۔ پس ستاروں کے نقشے پر میجیلن کے دو بادل (MAGELLANIC CLAUDS) دکھائی دیتے ہیں۔ جس طرح زمین کے نقشے پر آبنائے میجیلن (MAGELLANIC STRAITS) نظر آتی ہے۔



شکل نمبر ۸۴ کہکشاں اور اس کے قریبی سحابیے

ان قریبی ہمسایوں کے علاوہ دوربین کے ذریعے اسی قسم کے کئی اور بھی جزیرے نظر آتے ہیں جو ان سے بھی دور واقع ہیں۔ یہ دوسرے جہان ہیں اور جہاں تک فضا کی پہنائیوں میں ہماری طاقتور دوربین جہاں تک سکتی ہیں

وہیں تک ہر سمت میں اس قسم کے جہان پھیلے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔ یہ شکل و شباہت اور جسامت میں ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ ہبل کا کہنا ہے کہ ماؤنٹ ولسن رصدگاہ کی دوربین فضا میں پچاس کروڑ نوری سال کے فاصلے تک مار کر سکتی ہے۔ اس کی مدد سے ہم وہاں چکردار سحابیے دیکھ سکتے ہیں جو مراۃ المسلسلہ کے سحابیے یا ہماری کہکشاں کے مشابہ ہیں۔ اس فاصلے تک مجموعی طور پر دس کروڑ نجمی جزیرے نظر آتے ہیں۔ اور شاید ان کی تعداد اس سے بھی زیادہ ہے۔ اور ان تک ہماری ۱۰۰ انچ کی دوربین کی رسائی نہ ہو سکتی ہو۔

ماورائے کہکشاں "سحابیے" دراصل سحابیے نہیں۔

اس سے پہلے ہم نے اس بات کا ثبوت مہیا کرنے کا وعدہ کیا تھا کہ ماورائے کہکشاں، درحقیقت مسلسل گیس کے عظیم ٹکڑے نہیں بلکہ ان میں ہماری کہکشاں سے ملتے جلتے بے شمار ستارے ہیں۔ دراصل اس کا ثبوت بالکل سادہ ہے۔ اس ثبوت کی بنیاد اس مشاہدے پر ہے کہ ان نام نہاد "سحابیوں" کی روشنی کی طیفی نوعیت سورج کی روشنی سے بالکل مشابہ ہے۔ چھٹے باب کے مباحث سے یہ واضح ہو جاتا ہے کہ اس قسم کی روشنی جس طرح کی سطح سے خارج ہو سکتی ہے اس کا درجۂ حرارت سورج کی سطح کے درجۂ حرارت سے زیادہ مختلف نہیں ہو سکتا اور لازماً یہ کئی ہزار درجے ہوگا۔

اگر یہ "سحابیے" واقعی مسلسل گیس کے عظیم ٹکڑے ہوتے جن کی سطح کا درجۂ حرارت سورج کے مساوی ہوتا تو ان سے جو مجموعی روشنی خارج ہوتی

وہ اُن کی سطح کے رقبے کے متناسب ہوتی۔ چونکہ ان سحابیوں کا اوسط قطر سورج سے ایک ارب گنا ہے۔ اس لئے ان کی مجموعی روشنی بھی ارب ارب گنا (BILLION) ہونی چاہئے۔ لیکن ہم ابھی یہ دیکھ چکے ہیں کہ مراۃ المسلسلہ کے سحابیے کی حقیقی روشنی اس مقدار سے بہت ہی کم ہے یعنی سورج سے صرف ۱۷ ارب گنا ہے۔ اس سے یہ لازمی نتیجہ نکلتا ہے کہ جو روشنی ہم تک پہنچتی ہے وہ ساری سطح سے نہیں آرہی بلکہ بے شمار چھوٹے چمکدار نقطوں سے آرہی ہے (شکل نمبر ۴۴) جن کا مجموعی رقبہ سارے سحابیے کے سطحی رقبے کا بمشکل اربواں حصہ ہے۔ اگر سحابیہ الگ الگ ستاروں پر مشتمل ہو تو یہ مشاہدہ ہماری توقع کے عین مطابق ہے۔

ماورائے کہکشاں سحابیوں کی گردش اور چکردار بازوؤں کی ابتدا

ہم پہلے بتا چکے ہیں کہ کہکشاں کے ستاروں کی حرکت کے اعداد و شمار سے یہ معلوم کیا گیا ہے کہ ہمارا نظام نجمی آہستہ آہستہ اپنے مرکزی محور کے گرد گھوم رہا ہے۔ دوسرے نجمی نظاموں یا جہانوں میں بھی اس قسم کی گردش دیکھی گئی ہے ماورائے کہکشاں سحابیے کے سروں پر ڈاپلر کا اثر دیکھنے سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ ایک سرا ہماری طرف آرہا ہے اور دوسرا دور ہٹ رہا ہے۔ مثال کے طور پر مراۃ المسلسلہ کا عظیم سحابیہ کئی کروڑ سال میں ایک مکمل چکر پورا کرتا ہے۔ اور اس کی زاویۃ رفتار ہماری کہکشاں کے مساوی ہوتی ہے

یہ بات بآسانی سمجھ میں آسکتی ہے کہ ستاروں کے ان جھرمٹوں کی بیضوی

شکل اس گردش کی وجہ سے ہے۔ اور غالباً اسی گردش کی وجہ سے اس کے بازو چکردار ہوتے ہیں۔ سرجیمز جینز کے موجودہ نظریے کے مطابق یہ خیال کیا جاتا ہے کہ چکردار بازو اس مادے سے بنتے ہیں جو نہایت تیز گردش کی وجہ سے سحابیے کی استوائی سطح سے خارج ہوتا ہے۔ (تصویر) اگرچہ جینز کا نظریہ ان دلچسپ اجرام فلکی کی ابتدا کی صحیح توضیح پیش کرتا نظر آتا ہے۔ لیکن جب ہم اس عمل کا مفصل حال جاننا چاہتے ہیں تو اس کی راہ میں چند مشکلات حائل ہو جاتی ہیں۔ خاص طور سے چکردار بازوؤں کی دو اقسام کی موجودگی نظری فلکیات کا ایک ایسا مسئلہ ہے۔ جو ابھی تک حل نہیں ہوا۔



بارھواں باب

کائنات کی پیدائش

سحابیوں کا فرار

سحابیوں کے اولیں محقق، ڈاکٹر ای ہبل نے فضائے بسیط میں بکھرے ہوئے لاتعداد سحابیوں کے مطالعے سے ایک بے حد دلچسپ اور حیرت انگیز نتیجہ اخذ کیا۔ نگاہ کی سمت میں ان بعید نجمی نظاموں کی نصف قطری رفتار[1] ناپنے سے اسے معلوم ہوا کہ ہمارے قریب آنے کی بجائے وہ دور ہٹ رہے ہیں۔

لیکن وہ ماورائے کہکشاں سحابیے جو ہمارے ہمسائے ہیں، دوسروں سے قدرے مختلف ہیں۔ ان میں تقریباً نصف تو ہمارے قریب آرہے ہیں اور باقی دور ہٹ رہے ہیں۔ خاص طور پر مراۃ المسلسلہ کا عظیم سحابیہ، ۳۰ کلومیٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے بڑھ رہا ہے۔ لیکن ان سحابیوں میں بھی ہمارے قریب آنے کی رفتار دور ہٹنے کی رفتار سے نسبتاً کم ہے۔ اس لئے ان نجمی جزیروں میں ہماری کہکشاں سے دور ہٹنے کا عمومی رجحان پایا جاتا ہے۔

---

[1] ان بعید سماوی اجسام کی نصف قطری رفتار یعنی خطِ نگاہ کی سمت میں رفتار کا تخمینہ ان کی طیفوں کے خطوط پر ڈاپلر کے اثر کے تحت جو جنبش پیدا ہوتی ہے۔ اس سے لگایا جا سکتا ہے بہت زیادہ فاصلے کی وجہ سے ان ماورائے کہکشاں سحابیوں کی اصلی حرکت خطِ نگاہ کے عمود آنہیں ناپی جا سکتی۔

جتنا کوئی بحری جزیرہ ہم سے دور ہوتا ہے۔ اتنا ہی وہ زیادہ تیزی سے پرے ہٹتا ہے اور یہ رفتار اتنی زیادہ ہوتی ہے کہ خواہ کچھ ستارے انفرادی طور پر اس اصول کی خلاف ورزی ہی کر رہے ہوں پھر بھی مجموعی لحاظ سے یہ جہان ہم سے دور ہی ہٹ رہے ہیں۔ یہ مسلمہ امر ہے کہ بلا استثنا تمام دور افتادہ بحری جزیرے زمین سے پرے ہٹ رہے ہیں اور جوں جوں یہ فاصلہ بڑھتا جاتا ہے۔ ان کی رفتار میں اضافہ ہوتا جاتا ہے۔ ہبل کی پیمائشوں سے معلوم ہوتا ہے کہ فرار کی یہ رفتاریں براہ راست فاصلے کے تناسب ہوتی ہیں۔ نزدیکی سحابیوں میں یہ رفتار چند سو میل فی سیکنڈ ہوتی ہے لیکن جو سحابیے بہت دور ہیں مگر حدِ نگاہ میں ہیں، وہ تقریباً ساٹھ ہزار میل فی سیکنڈ کی رفتار سے دور ہٹ رہے ہیں اور یہ رفتار روشنی کی رفتار کا ایک تہائی ہے۔

پھیلتی ہوئی کائنات

کیا ہم اس کا یہ مطلب سمجھیں کہ ستاروں کی یہ عظیم کائنات ہماری ذرا سی زمین سے خوفزدہ ہو کر ہر سمت میں افراتفری کی حالت میں بھاگی چلی جا رہی ہیں؟ کیا یہ نقطۂ نظر متروک بطلیموسی نظام کی طرف رجعت تو نہیں جس کی رو سے زمین ساری کائنات کا مرکز تھی؟

نہیں، ہرگز نہیں۔ ماورائے کہکشاں سحابیے خاص طور پر ہماری کہکشاں ہی سے دور نہیں بھاگ رہے۔ بلکہ حقیقتاً ایک دوسرے سے بھاگ رہے ہیں۔ اگر ہم ربڑ کے ایک غبارے پر تقریباً مساوی فاصلے پر نقطے لگا دیں اور

اس میں ہوا بھیر دیں، تو کیا ہوگا؟ آپ دیکھیں گے کہ کسی ایک نقطے کا فاصلہ



ماورائے کہکشاں سحابیے ہم سے دور بھاگ رہے ہیں ان کی رفتاروں کی سمت اور مقدار کو دیکھئے

دوسرے نقطوں سے ہر لحظہ بڑھتا جائے گا۔ اگر کسی ایک نقطے پر کوئی کیڑا بیٹھا

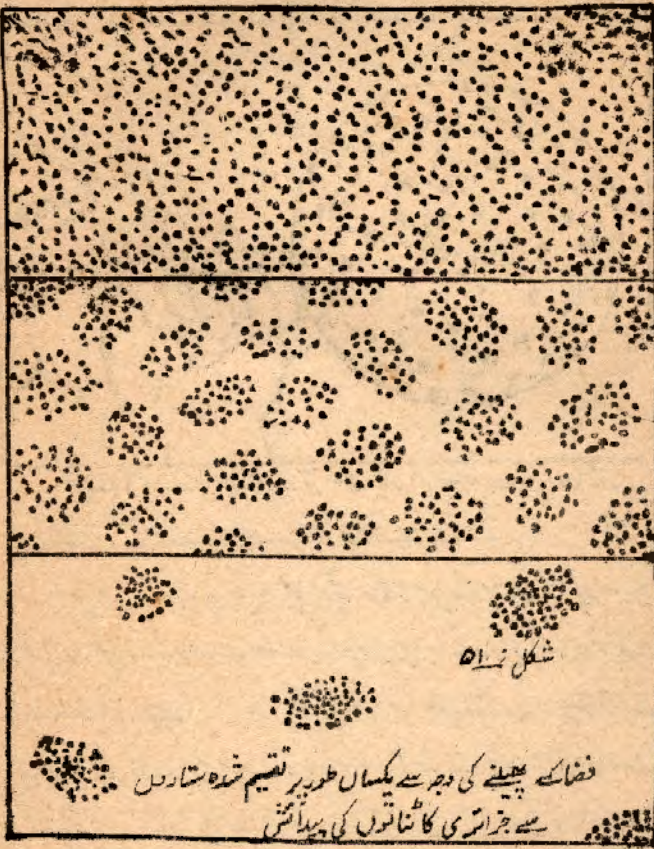
بدنوا سے یقیناً یہ محسوس ہوگا کہ تمام نقاط اس سے دور بھاگ رہے ہیں اس کے علاوہ پھیلتے ہوئے غبارے پر مختلف نقاط کی رفتار براہِ راست اُس فاصلے کے متناسب ہوگی جو کیڑے کے مقام اور ان نقطوں کے درمیان ہوگا



جب ربڑ کا غبارہ پھیلتا ہے تو نقطے ایک دوسرے سے دور بھاگتے ہیں

اس مثال سے یہ بالکل واضح ہوگیا ہوگا کہ ہبل کے مشاہدات کی تشریح یوں کی جا سکتی ہے کہ ماورائے کہکشاں سحابیوں کی جائے وقوع ایک عمومی یکساں پھیلاؤ سے دوچار ہے۔ یہاں یہ واضح کردینا ضروری معلوم ہوتا ہے کہ پھیلاؤ کے اس عمل میں بھی جزیروں کا صرف درمیانی فاصلہ بڑھتا ہے۔ لیکن ان کی جسامت پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔ آج سے دو ارب سال بعد بھی ان جزیروں کی جسامت یہی ہوگی مگر یہ ایک دوسرے سے دگنے فاصلے پر ہوں گے۔ اس کے برعکس، آج

سے دو ارب سال پہلے ان جزیروں کے درمیان اتنا کم فاصلہ تھا کہ یہ سحابیے فضا میں یکساں طور پر پھیلے ہوئے ستاروں کے سلسلوں کی مانند نظر آتے ہوں گے جنہیں الگ الگ دیکھا جا سکے (شکل ۵۱)



شکل نمبر ۵۱

فضا کے پھیلنے کی وجہ سے یکساں طور پر تقسیم شدہ ستاروں سے جزائری کائناتوں کی پیدائش

ان توضیحات سے معلوم ہوتا ہے کہ جس عمل سے الگ الگ کہکشانی جہان

وجود میں آئے وہ اُس عمل سے قدرے مشابہ ہے جس سے منفرد ستاروں کی تشکیل ہوئی۔ فرق صرف یہ ہے کہ ستارے اُس گیس سے وجود میں آئے جو سالمات پر مشتمل تھی۔ لیکن کہکشانی جہان کا معرضِ وجود میں آنا نجمی گیس کے انجماد سے مشابہ ہے جس میں الگ الگ ستارے ذرّات کی مانند ہیں۔

پیشتر اس کے کہ کائنات کے بتدریج پھیلنے سے الگ الگ کہکشانی جہان ایک دوسرے سے دور ہٹتے، ستاروں کے اِن عظیم سلسلوں نے بڑی شدومد سے ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچا جس طریقے سے منفرد ستاروں کے گرد نظام ہائے سیارگان وجود میں آتے ہیں (دیکھئے دسواں باب) اُسی طریقے سے اس باہمی کشش نے نوزائیدہ نجمی جزیروں میں کچھ گردش پیدا کر دی ہو گی اور شاید اسی کشش کے اثر سے ان میں نجمی گیس کی لمبی لمبی دھاریاں پھوٹ نکلی ہوں گی، جنہیں ہم آج چکردار بازوؤں کی صورت میں دیکھتے ہیں

ستارے زیادہ قدیم ہیں یا کہکشاں؟

ہم نے ابھی یہ خیال ظاہر کیا ہے کہ کہکشاں بے شمار مسلسل پھیلے ہوئے ستاروں سے معرضِ وجود میں آئی اس کے یہ معنی ہیں کہ ستاروں کی عمر کہکشاں سے زیادہ ہے۔ لیکن کیا یہ واقعی درست ہے؟ کیوں نہ ہم سر جیمز جینز کی طرح یہ فرض کر لیں کہ یہ عمل اس کے برعکس واقع ہوا۔ جیمز جینز کے نظریے کے مطابق کائنات میں جو بنیادی گیس ابتداً بکھری ہوتی تھی وہ پہلے عظیم گیسی سحابیوں میں تقسیم ہو گئی۔ جب یہ گیسی سحابیے ایک دوسرے سے بالکل جدا ہو گئے تو

پھر ستاروں کی تشکیل کا عمل شروع ہوا۔ اس متبادل مفروضے پر کیا اعتراض کیا جا سکتا ہے؟

ستاروں اور سحابیوں کے تقدم و تاخر کا سوال ایسا ہی ہے۔ جیسے مرغی اور انڈے کا۔ لیکن بدقسمتی سے یہ مسئلہ زیادہ پیچیدہ ہے اور اس کی بحث بہت زیادہ تفصیل چاہتی ہے۔ اس لئے یہاں صرف یہ کہہ دینا ہی کافی ہے کہ مصنف اور اس کے رفیقِ کار ایڈورڈ ٹیلر (EDWARD TELLER) کی تحقیقات کے مطابق تمام مشاہدات اس بات پر دلالت کرتے ہیں کہ کہکشانی جہانوں کی تشکیل سے پہلے ستارے موجود تھے۔

پھیلاؤ کے ابتدائی مدارج اور تابکار عناصر کی پیدائش

اگر ہم پیچھے کی طرف نظر دوڑائیں اور بتدریج پھیلاؤ کے عمل کا الٹا رُخ دیکھیں تو ہم اس نتیجے پر پہنچتے ہیں کہ کہکشاں یا الگ الگ ستاروں کی پیدائش سے بہت ہی پہلے کائنات میں پھیلی ہوئی بنیادی گیس کی کثافت اور درجہ حرارت لازماً بہت زیادہ ہوگا۔ صرف بتدریج پھیلنے سے اس کی کثافت اور درجہ حرارت اتنا کم ہو گیا ہوگا کہ اس بنیادی گیس میں انحطاط واقع ہو جانے سے الگ الگ ستارے وجود میں آگئے ہوں گے۔ پھیلتی ہوئی کائنات کے بالکل ابتدائی مدارج میں کثافت اور درجہ حرارت نظری طور پر اتنا زیادہ تھا کہ ہم اس کا تصور بھی نہیں کر سکتے۔

آپ یقیناً پکار اٹھیں گے "یہ کیا خرافات ہے؟ آخر یہ کتاب چند

طبیعی حقائق پر ہی تو مبنی ہے۔ لیکن یہ کہنا کہ یہ کائنات بے حد کثیف اور گرم گیس سے وجود میں آئی محض مابعد الطبیعاتی قیاس آرائی معلوم ہوتی ہے:

ارتقائے کائنات کے ابتدائی مراحل کے بارے میں یہ بات بظاہر مابعد الطبیعاتی قیاس آرائی ہی معلوم ہوتی ہے۔ تاہم ایک طبیعی حقیقت اگرا سے ثابت نہیں کرتی تو کم از کم اس کی زبردست تائید ضرور کرتی ہے۔ یہ حقیقت عام تاب کار عناصر مثلاً یورینیم اور تھوریم کا وجود ہے۔ یہ عناصر ناپائدار ہیں۔ اس لئے آج سے ایک مخصوص عرصہ پہلے وجود میں آتے ہوں گے۔ یورینیم کی نصف زندگی ۵ء۴ ارب سال اور تھوریم کی ۱۶ ارب سال ہے۔ ان کی نصف زندگی اور دنیا میں ان کی موجودہ مقدار سے یہ قوی اندازہ ہے کہ یہ اس کائنات میں دو ارب سال سے پہلے موجود نہیں تھے۔ کائنات کے پھیلاؤ کی موجودہ رفتار سے جو مشاہداتی ثبوت ملتا ہے۔ اس کے مطابق یہ وہی ابتدائی دور تھا جب کائنات بے حد کثیف گیس سے وجود میں آئی۔

اس کے علاوہ جرمن ماہر طبیعات، کارل فان وائتس کی حالیہ تحقیقات سے یہ قطعی طور پر ثابت ہو گیا ہے کہ یورینیم اور تھوریم کی قسم کے بھاری عناصر ایسے طبیعی حالات ہی میں پیدا ہو سکتے تھے: جن میں بے حد و حساب کثافت اور درجۂ حرارت ہو۔ ایسی کثافت جو پانی سے کئی ارب گنا ہو۔ اور ایسا درجہ حرارت جو کئی ارب درجے سنٹی گریڈ ہو۔ چونکہ اس قسم کے حالات گرم ترین ستاروں کے مرکزی حصوں میں بھی پائے نہیں جا سکتے۔ اس لئے ہمیں ان حالات کو کائنات کے ابتدائی مدارج ہی میں تلاش کرنا چاہئے جب ہر طرف

نہایت ہی کثیف اور گرم گیس کا دور دورہ تھا۔

یہ گوناگوں حقائق مل کر ایک واضح تصویر پیش کرتے ہیں، جس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ یہ تاب کار عناصر کائنات کے بالکل ابتدائی مدارج میں پیدا ہوئے تھے۔ پس ہماری گھڑیوں کی سوئیوں کو جو توانائی آج چمک دار بنا رہی ہے۔ وہ اُس دور سے پہلے جوہری نواتوں میں سما گئی تھی جس میں یہ کائنات اور ستارے معرضِ وجود میں آئے۔

لامحدود فضا

جب کائنات آج کی طرح لطیف نہیں تھی اور اس کی کثافت پانی سے کتنی ارب گنا تھی اُس وقت اس کی وسعت کا کیا اندازہ تھا؟ کیا وہ اتنی چھوٹی تھی کہ مٹھی میں سما سکے؟ اس سوال کے جواب کا انحصار اس بات پر ہے کہ ہماری کائنات محدود ہے یا لامحدود؟ اگر کائنات کی جسامت محدود ہے، فرض کیجئے بعید ترین مرئی ستارے سے دس گنا ہے تو اُس زمانے میں جب تاب کار عناصر وجود میں آئے، کائنات کا قطر پیچون کے مدار سے صرف دس گنا ہوگا۔ لیکن اگر کائنات لامحدود ہے، تو اس وقت بھی یہ لامحدود تھی چاہے کتنی زیادہ شدت سے بچکی ہوئی تھی۔

فضا کے محدود یا لامحدود ہونے کے مسائل اور فضا کی خمیدگی کے جو مسائل ان سے منسلک ہیں ان سب کا تعلق عمومی نقطۂ اضافیت سے ہے اور یہ مسائل اس کتاب کی حدود سے باہر ہیں۔ اس لئے یہاں صرف اتنا کہہ دینا ہی کافی ہے کہ جدید تحقیق کے مطابق فضا لامحدود معلوم ہوتی ہے اور ہر لحظہ پھیل کر لامحدود بنتی جا رہی ہے۔

اختتام

اس کتاب کو ختم کرنے سے پیشتر یہ مناسب معلوم ہوتا ہے۔ کہ ایک دفعہ اس کے اہم نتائج کا اعادہ کر دیا جائے۔ اور جدید سائنس کی روشنی میں ارتقائے کائنات کی جو تصویر اس کتاب میں پیش کی گئی ہے اس پر تاریخ وار مختصراً نظر ڈالی جائے۔

اس کہانی کا آغاز اُس زمانے میں ہوتا ہے جب فضا میں ناقابلِ یقین حد تک گرم اور کثیف گیس یکساں طور پر پھیلی ہوئی تھی اس گیسی کائنات میں مختلف عناصر کی نوانی قلبِ ماہیت اتنی سہولت سے جاری تھی۔ جتنی سہولت سے کھولتے ہوئے پانی میں انڈا ابلتا ہے۔ قدیم ترین زمانے کے اس کائناتی "باورچی خانے" میں مختلف کیمیائی عناصر کا تناسب قائم ہوا۔ لوہے اور آکسیجن کی کثرت ہوئی اور سونے چاندی کی قلت۔ اسی ابتدائی دور میں طویل العمر تابکار عناصر وجود میں آئے جن میں شکست و ریخت آج بھی جاری ہے۔

اس دبی ہوئی گرم گیس کے بے پناہ دباؤ سے کائنات پھیلنا شروع ہوئی۔ اور مادے کی کثافت اور درجۂ حرارت آہستہ آہستہ کم ہونے لگا۔ اس پھیلاؤ کے دوران میں ایک خاص مرحلے پر مسلسل گیس بے ڈول شکل کے چھوٹے بڑے بادلوں میں تقسیم ہو گئی۔ اس کے جلد ہی بعد انہوں نے کروی شکل کے الگ۔

الگ ستاروں کی شکل اختیار کر لی۔ یہ ستارے اس وقت بہت بڑے تھے، آج کل کے ستاروں سے بہت بڑے لیکن اتنے گرم نہیں تھے۔ لیکن تجاذبی قوتوں کے زیر اثر بتدریج سکڑ کر ان کے قطر گھٹتے اور درجۂ حرارت بڑھتے رہے ان ستاروں کے درمیان متعدد تصادم ہوتے رہے۔ اور ان سے کئی نظامِ سیارگان وجود میں آئے۔ آخر اسی قسم کے ایک تصادم سے ہماری زمین پیدا ہوئی۔

ستارے گرم سے گرم تر ہوتے چلے گئے۔ لیکن سیارے چونکہ چھوٹے تھے اور ان کے مرکزی درجہ ہائے حرارت اتنے زیادہ نہیں ہو سکتے تھے کہ ان میں حرنواتی عمل واقع ہو سکیں، اس لئے ان کے گرد ٹھوس پپڑی بن گئی، فضا میں بکھری ہوئی نجمی گیس پھیلتی چلی گئی اور ستاروں کے درمیانی فاصلے موجودہ فاصلوں سے قریب تر ہونے لگے۔

پھیلاؤ کے ایک اور مرحلے میں، جس کا انحصار منفرد کہکشانوں میں آج کے ستاروں کی اوسط تعداد پر ہے، یہ نجمی گیس ستاروں کے الگ الگ عظیم بادلوں میں تقسیم ہو گئی۔ جب یہ نجمی جزیرے ایک دوسرے کے قریب تھے۔ اس وقت باہمی تجاذبی قوتوں کے عمل سے عجیب و غریب شکل کے چکردار بازو بن گئے اور ان میں گردشی میعارِ حرکت کی ایک خاص مقدار پیدا ہو گئی۔

اس وقت تک، بہت سے ستارے، جو ان رجعت پذیر نجمی جزیروں میں پھیلے ہوئے تھے، اندر سے اس حد تک گرم ہو گئے تھے کہ ہائیڈروجن اور دوسرے ہلکے عناصر کے درمیان مختلف حرنواتی عمل شروع ہو سکیں۔ پہلے ڈیوٹیریم پھر لیتھیم، بریلیم اور آخر میں بورون "ہیلیم" میں تبدیل ہوتے رہے (یہ نواتی داخلہ معروف

گیس ہیلیئم تھی) اور سرخ دیو کے اِن مدارج سے گزر کر ارتقا کے اصلی اور طویل ترین مرحلے میں داخل ہوئے۔ جب ہلکے عناصر ختم ہو گئے "توستاروں نے کاربن اور نائٹروجن کے عمل انگیز اثر سے ہائیڈروجن کو ہیلیئم میں تبدیل کرنا شروع کر دیا ہمارا سورج آج کل ارتقا کے اسی مرحلے میں ہے۔

ایک دن ایسا آئے گا کہ ستاروں کی تمام ہائیڈروجن ختم ہو جائے گی۔ دیو نما اور چمک دار ستارے ارتقا کے اس نازک مرحلے پر پہلے پہنچتے ہیں اور سکڑنے لگتے ہیں۔ اس کے دوران میں وہ تجاذبی توانائی خارج کرتے ہیں۔ اکثر اوقات سکڑنے سے ستاروں میں عمومی ناپائداری پیدا ہو جاتی ہے۔ اور وہ چمک دار دھماکوں سے پھٹ کر متعدد حصّوں میں تقسیم ہو جاتے ہیں۔ تخلیق کے دو ارب سال بعد ہمیں ستاروں کے ایسے حصّے ملتے ہیں جو ہائیڈروجن صرف کر چکے ہیں۔ ان کی کثافت بہت زیادہ ہے اور چمک بہت کم اور انہیں "سفید بونے" کہتے ہیں۔

لیکن سورج جو اپنی ہائیڈروجن بڑی خسّت سے استعمال کرتا ہے' ابھی تک ویسا ہی جوان ہے اور جتنی زندگی گزار چکا ہے اس سے دس گنا عرصہ اور زندہ رہے گا۔ تاہم یہ آہستہ آہستہ زیادہ گرم ہو رہا ہے اور آج سے کئی ارب سال بعد' اس سے پہلے کہ اس کی چمک اپنے عروج کو پہنچے اور یہ سکڑنا شروع کر دے' یہ روئے زمین کی تمام اشیا کو جلا کر راکھ کر دے گا۔

بوڑھے اور فضول خرچ ستارے موت سے ہم آغوش ہو رہے ہیں اور نئے ستارے اُسی گیسی مادے سے معرض وجود میں آ رہے

ہیں جو ستاروں کی ابتدائی تشکیل کے بعد باقی رہ گیا تھا۔ لیکن ہ‌جوں جوں وقت گزرتا جاتا ہے۔ نجمی جزیروں کے بیشتر ستارے بوڑھے ہوتے جا رہے ہیں۔

کائنات کی تخلیق کے ۲۰۰۰...... سال بعد فضائے بسیط میں کہیں کہیں رجعت پذیر نجمی جزائر ہوں گے۔ جن میں بے جان یا جاں بلب ستارے آباد ہوں گے۔

تاریخ

ستاروں کی ترکیب، توانائی کی تخلیق اور اُن کے ارتقا کے مسائل حل ہو جانے کے اہم سال۔

(۱) سکڑنے کا مفروضہ	(ہیلمولٹ)	۱۸۵۴ء
(۲) تاب کاری کی دریافت	(بیکرل)	۱۸۹۶ء
(۳) ستاروں کی تین گروہوں میں جماعت بندی	(رَسل)	۱۹۱۳ء
(۴) ستاروں کے اندرونی حصوں کے بارے میں نظریہ	(ایڈنگٹن)	۱۹۱۷ء اور اسکے بعد
(۵) عناصر کی مصنوعی قلبِ ماہیّت	(ردرفورڈ)	۱۹۱۹ء
(۶) سفید بونے مسمار شدہ ستارے ہیں	(فاؤلر)	۱۹۲۶ء
(۷) نواتی قلبِ ماہیّت کا کوانٹم نظریہ	(گیمو، گُرنے اور کونڈن)	۱۹۲۸ء
(۸) حرنواتی عمل ستاروں کی توانائی کے ماخذ ہیں	(ایٹکنسن اور ہاؤٹرمینز)	۱۹۲۹ء
(۹) ستاروں میں دَوری نواتی عمل	(وائتس سیکر)	۱۹۳۷ء
(۱۰) حرنواتی توانائی کی پیدائش سے ستاروں کا ارتقا	(گیمو)	۱۹۳۸ء
(۱۱) سورج میں کاربن اور نائٹروجن کا دَور	(بیتھے اور وائتس سیکر)	۱۹۳۸ء
(۱۲) سرخ دیو میں ہلکے عناصر کے تعامل	(گیمو اور ٹیلر)	۱۹۳۹ء

ضمیمہ

جوہری بم

جیساکہ چوتھے باب میں بیان کیا گیا ہے، جوہری توانائی آزاد کرنے کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ ہم نیوٹران کی تعداد بڑھانے والے اُس عمل سے فائدہ اٹھائیں جو وزنی نواتوں کے انشقاق کے دوران میں واقع ہوتا ہے۔ لیکن اس عمل میں صرف یورینیم کے ہلکے ہم جا، یورینیم ۲۳۵ کے نوات استعمال ہو سکتے ہیں۔ یہ ہم جا قدرتی یورینیم کا صرف ۰٫۷ فیصد ہے۔ اس لئے ہمیں یہ دقیق مسئلہ درپیش ہے کہ کس طرح اس کمیاب ہم جا کو وافر اور جامد ہم جا، یورینیم ۲۳۸ سے علیحدہ کریں۔

اس مقصد کے لئے ایک طریقہ کسری نفوذ پذیری (FRACTIONAL DIFFUSION) ہے جو پہلے بیان کیا جا چکا ہے۔ دوسرا سادہ طریقہ "کمیت طیف نمائی طریقہ" ہے۔ اس میں یورینیم کے جوہروں کو ان کی کمیتوں کے مطابق چھانٹ لیا جاتا ہے۔ اس مقصد کے لئے یورینیم کے روانوں کی تیز شعاعوں کو طاقتور مقناطیسی حلقوں کے درمیان منحرف ہونے دیا جاتا ہے۔

جنگی حالات کے باعث یورینیم کے ہم جاؤں کو وسیع پیمانے پر علیحدہ کرنے کی

کوششوں کا آغاز ٹینسی کے کلنٹن انجینئرنگ ورکس میں نہایت رازداری سے کیا گیا اس جگہ علیحدگی کے مختلف طریقوں کے لئے کئی کارخانے قائم کئے گئے۔ نفوذپذیری کے طریقے سے علیحدگی کا کام کولمبیا یونیورسٹی کے تحقیقی گروپ کے زیرِ ہدایات کیا گیا مقناطیسی طریقے سے علیحدگی کے لئے اُن نتائج کو استعمال کیا گیا جو کیلیفورنیا کی اشعاعی تجربہ گاہ میں ابتدائی تجربات سے حاصل کئے گئے تھے۔ مقناطیسی انحراف کا طریقہ نفوذ پذیری کے طریقے سے زیادہ سود مند ثابت ہوا۔ یورینیم ۲۳۵ کی وہ مقدار جو پہلے جوہری بم میں استعمال کی گئی اسی طریقے سے حاصل کی گئی تھی۔

فرمی (FERMI) اور سلارڈ (SZILARD) نے ایسا طریقہ دریافت کیا جس سے قدرتی یورینیم میں بھی نیوٹرانی اضعافی عمل آہستہ آہستہ واقع ہو سکتا تھا۔ اس دریافت سے ایسے قابلِ انشقاق نوات پیدا کرنے کی نئی راہ کھل گئی جو نیوٹران کی تعداد بڑھانے کے لئے موزوں تھے۔

ہم چوتھے باب میں دیکھ چکے ہیں کہ قدرتی یورینیم میں یہ عمل کیوں واقع نہیں ہوتا؟ اس کی وجہ یہ ہے کہ یورینیم ۲۳۵ کے نواتوں کے انشقاق سے جو نیوٹران پیدا ہوتے ہیں، بیشتر اس کے کہ وہ یورینیم ۲۳۵ کے مزید نواتوں سے ٹکرا کر انہیں شق کریں اور مزید نیوٹران پیدا کریں، ان کو غیر عامل اور کثیرالمقدار ہم جا یورینیم ۲۳۸ گرفتار کر لیتا ہے۔ لیکن ہمیں معلوم ہے کہ یورینیم کی ان دونوں اقسام میں نیوٹران جذب کرنے کی قابلیت مختلف ہے۔ وزنی ہم جا یورینیم ۲۳۸ کے نوات تیز رفتار نیوٹران جذب کرتے ہیں اور ہلکے ہم جا یورینیم ۲۳۵ کے نوات نسبتاً سست رفتار نیوٹران زیادہ آسانی سے جذب کرتے ہیں۔

اب چونکہ انشقاق کے عمل میں تیز رفتار نیوٹران خارج ہوتے ہیں۔ اس لئے غالب اِمکان یہ ہے کہ یورینیئم ۲۳۸ انہیں جذب کر لے پیشتر اس کے کہ اُن کی رفتار اتنی کم ہو جائے کہ ہم جا یورینیئم ۲۳۵ انہیں جذب کر سکے۔ پس اگر ہم کسی طریقے سے ان تیز رفتار نیوٹرانوں کو یورینیئم ۲۳۸ کے ساتھ ٹکرانے سے پہلے ہی سست رفتار بنا دیں تو یہ فوراً یورینیئم ۲۳۵ کے نواتوں کی گرفت میں آجائیں گے جو اگرچہ تعداد میں کم ہوتے ہیں۔ لیکن وزنی ہم جا کے مقابلے میں اس قسم کے نیوٹرانوں کو زیادہ آسانی سے جذب کر سکتے ہیں۔ یورینیئم کے انشقاق کی دریافت کے جلد ہی بعد یہ تجویز کیا گیا کہ نیوٹرانوں کی رفتار کم کرنے کے لئے قدرتی یورینیئم ہی پانی میں ملانا چاہئے۔ کیونکہ اس طرح تیز رفتار نیوٹران پانی کے سالمات کی ہائیڈروجن سے ٹکرا کر بہت جلد اپنی توانائی کھو دیں گے۔ تاہم زیادہ مفصّل حسابی عمل سے یہ معلوم ہوا ہے کہ ایسے یورینیئم میں بھی، جس میں نیوٹرانوں کو سست کرنے کے لئے پانی ملایا گیا ہو۔ نیوٹران اپنی توانائی اتنی جلدی نہیں خارج کر سکیں گے کہ وزنی اور غیر عامل ہم جا کے پنجے سے بچ نکلیں۔ اندازہ لگایا گیا ہے کہ ایسے طریقے کو کامیابی سے استعمال کرنے کے لئے یہ ضروری ہے کہ قدرتی یورینیئم میں یورینیئم ۲۳۵ کی مقدار طبعی تعداد سے دگنی کر دی جائے۔ پھر دونوں ہم جاؤں کو علیحدہ کرنے کا پیچیدہ مسئلہ سامنے آجاتا ہے۔

فرمی اور سلارڈ کی تجویز یہ تھی کہ دونوں اشیا کے ہم جنس آمیزے کی بجائے نیوٹرانوں کو سست کرنے والی شے میں قدرتی یورینیئم کے چھوٹے چھوٹے ذرات

بکھیر دیئے جائیں۔ اس طرح یورینیم سے جو تیز رفتار نیوٹران خارج ہوں گے وہ رفتار کو اعتدال پر لانے والی خالص شے یا موڈریٹر (MODERATOR) میں حرکت کریں گے اور جس وقت تک دوبارہ یورینیم سے ان کا سامنا ہوگا وہ اتنے سست رفتار ہو چکے ہوں گے کہ وزنی ہم جا کے پھندے میں آنے کا کوئی خدشہ نہیں رہے گا۔

اس قسم کا پہلا کارخانہ شکاگو یونیورسٹی میں بنایا گیا اور دسمبر ۱۹۴۲ء میں اس نے کام کرنا شروع کر دیا۔ اس میں نیوٹرانوں کی رفتار کو اعتدال پر لانے کے لئے پانی کی بجائے خالص کاربن استعمال کیا گیا اور اس میں یورینیم کے ذرّات بکھیر دیئے گئے۔

یہ کارخانہ بیضوی اور کاربن کی چھوٹی چھوٹی اینٹوں سے بنا ہوا تھا اور ہر اینٹ میں یورینیم کا چھوٹا سا ذرہ تھا۔ اس کارخانے نے صحیح طور پر کام کیا۔ اینٹوں کی نئی تہیں جما جما کر اسے کافی بڑا بنا لیا گیا۔ تاکہ اس کے اندر سے نیوٹرانوں کی تعداد باہر نہ نکل جائے۔ جب اس میں یورینیم کے انشقاق کا خود پرور توافقی عمل جاری ہو گیا تو اس کی سطح کا درجۂ حرارت ۱۵۰ سنٹی گریڈ تک پہنچ گیا اور اسی درجے پر قائم رہا۔

فرمی کا بیضوی ساخت کا عمالہ (REACTOR) جوہری توانائی کو وسیع پیمانے پر حاصل کرنے کا نہ صرف پہلا طریقہ تھا۔ بلکہ اس کے ذریعے کیا اب یورینیم ۲۳۵ کے علاوہ کئی اور ایسے مادے تیار کرنے کے امکانات پیدا ہو گئے جو نیوٹرانی امتحانی عمل کے لئے یوں بھی موزوں تھے۔ دراصل اُن متعدد نیوٹرانوں میں سے، جو یورینیم ۲۳۵ کے ہر جوہر کے انشقاق سے خارج ہوتے

ہیں، اوسطاً ایک سے کچھ ہی زیادہ نیوٹران اضعافی عمل اور انشقاقی کو جاری رکھنے کے لئے کافی ہیں۔ باقی ماندہ نیوٹرانوں کو یورینیئم ۲۳۸ گرفتار کرلیتا ہے اور وہ اس عمل کے نقطۂ نظر سے ناکارہ ہو جاتے ہیں لیکن قابلِ غور بات یہ ہے کہ یورینیئم ۲۳۸ نیوٹران جذب کرکے یورینیئم ۲۳۹ میں تبدیل ہو جاتا ہے جو خود ناپائدار ہے۔ اس کے نوات یکے بعد دیگرے دو الیکٹران خارج کرکے ترتیب وار دو نئے عناصر میں تبدیل ہو جاتے ہیں جن کے جوہری نمبر ۹۳ اور ۹۴ ہیں ان عناصر کو کئی سال پہلے فرمی نے دریافت کیا تھا اور اب انہیں نیپچونیم (NEPTUNIUM) اور پلوٹونیم (PLUTONIUM) کہتے ہیں اس طرح جو نواتی عمل واقع ہوتا ہے اُسے آسان طریقے سے یوں لکھا جا سکتا ہے۔

$_{92}U^{238} + {}_{0}N^{1} \longrightarrow {}_{92}U^{239}$ + RADIATION (اشعاع)

$_{92}U^{239} \longrightarrow {}_{93}NP^{239} + E$ (الیکٹران)

$_{93}NP^{239} \longrightarrow {}_{94}PU^{239} + E$ (الیکٹران)

الیکٹران خارج کرنے کے یہ دو عمل ۲۳ منٹ اور ۲۶۳ دن میں واقع ہوتے ہیں اور نتیجتہً جو پلوٹونیم بنتا ہے وہ یورینیئم سے بہت مشابہ ہے اس کی نصف زندگی کافی طویل ہے اور یہ الفا ذرات خارج کرتا ہے۔ قابلِ غور اور اہم بات یہ ہے کہ پلوٹونیم خاصیتوں کے اعتبار سے یورینیئم ۲۳۸ کی بجائے یورینیئم ۲۳۵ سے زیادہ مشابہ ہے اور اسے نیوٹرانی اضعافی عمل کے لئے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ چونکہ پلوٹونیم جس کا جوہری نمبر ۹۴ ہے، کیمیائی خواص کے اعتبار سے یورینیئم سے مختلف ہے اس لئے اسے نسبتاً آسانی

سے اُس یورینیئم سے علیحدہ کیا جا سکتا ہے جس میں یہ پیدا ہوتا ہے۔ اس مقصد کے لئے تشریحی کیمیا کے عام طریقے استعمال کئے جا سکتے ہیں۔

اوپر کے بیان کردہ طریقے میں آپ نے دیکھا کہ قدرتی یورینیئم میں سست نوائی عمل سے عامل اور ہلکا ہم جا پلوٹونیم میں تبدیل ہوتا جاتا ہے۔ یہ طریقہ قابلِ انشقاق عناصر کو وسیع پیمانے پر حاصل کرنے کے لئے بڑا مفید ثابت ہوا۔ پلوٹونیم پیدا کرنے کا چھوٹا سا رہنما کارخانہ کلنٹن (CLINTON) میں قائم ہوا۔ جب اس کی کامیابی کا یقین ہو گیا تو ریاست واشنگٹن میں دریائے کولمبیا کے قریب پلوٹونیم پیدا کرنے کے لئے ایک بڑا کارخانہ قائم کیا گیا۔

جب یورینیئم ۲۳۵ یا پلوٹونیم کافی مقدار میں تیار ہو جائے تو سب سے اہم مسئلہ یہ ہوتا ہے کہ کائناتی شعاعوں اور زمین کے تابکار مادوں سے نکلے ہوئے آوارہ نیوٹرانوں کے ذریعے اِن کے از خود انشقاق کو روکا جائے۔ اس مقصد کے لئے مادے کو چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کی صورت میں رکھا جاتا ہے تاکہ ارد گرد کی فضا میں نیوٹران ضائع ہوتے رہیں اور دھماکا نہ پیدا ہو سکے۔

الگ الگ ٹکڑے اس فاصل مقدار سے کم ہوتے ہیں۔ جو نیوٹرانی اضعافی عمل جاری رکھنے کے لئے ضروری ہے۔ جب ان علیحدہ علیحدہ ٹکڑوں کو اکٹھا کیا جاتا ہے تو عمل بڑی سرعت سے واقع ہوتا ہے اور دھماکا پیدا ہوتا ہے۔ جوہری بم کا یہی اصول ہے۔ اس بم کو تیار کرنے کی منصوبہ بندی میں سب سے بڑی مشکل یہ ہے۔ کہ آزمائشی طریقہ استعمال کرنا ناممکن ہے انشقاق پذیر مادہ صرف اس حالت میں ہی شق ہو سکتا ہے۔ جب وہ کافی مقدار

ہیں ہو۔ اگر تمام کارخانے مصروفِ کار ہوں تو بھی اتنی مقدار حاصل نہیں ہو سکتی کہ اسے بے دریغ آزمائشوں میں صرف کیا جا سکے۔ اس لئے یہ نہایت ضروری ہے کہ کامیابی کے یقین کے بغیر اگلا قدم نہ اٹھایا جائے۔ خوش قسمتی سے نواتی عمل کی نظری بنیادیں اور اس کے پیچیدہ مسائل کو حسابی طریقوں سے شمار کرنے کے طریقے اتنے ترقی کر چکے تھے کہ ہم پیشتر ازیں یہ جان سکتے تھے کہ جب "نواتی دھماکوں" کے مادے کے ٹکڑوں کو کسی طریقے سے ایک دم اکٹھا کیا جائے تو کیا عمل واقع ہو گا۔ پس بم بنانے میں کئی نظری پہلو اور حسابی اندازے شامل تھے۔ اس آخری مرحلے کے لئے ایک خاص مرکز نیو میکسیکو میں سانتا فے (SANTA FE) کے نزدیک قائم کیا گیا۔

ایک طرف "نواتی دھماکو" مادے تیار کئے جاتے رہے اور دوسری طرف انہیں داغنے کے طریقے معلوم ہوتے رہے۔ ان کوششوں کا نتیجہ پہلا تجرباتی بم تھا جسے نیو میکسیکو کے صحرا میں داغا گیا اور بعد ازاں دو جنگی بم جاپان پر گرائے گئے۔

ہمیں دوسری جنگِ عظیم میں جوہری بم کے اثرات اور مستقبل کی جنگوں میں اس کی خطرناک اہمیت کا پورا احساس ہے۔ لیکن اس سے زیادہ اہم بات یہ ہے کہ اس جوہری توانائی کو پُرامن منصوبوں، انسانی تہذیب اور انسانی فلاح و بہبود کے لئے استعمال کرنے کے امکانات پر غور کیا جائے۔ اِن امکانات کو عملی صورت دینے کے لئے ضروری ہے کہ ہمارے پاس اس نواتی قسم کی توانائی کے کثیر اور سستے ذرائع موجود ہوں۔ اور

تھوڑے سے مادے میں توانائی کی بے حد مقدار جمع ہو۔

یہ یقین سے کہا جا سکتا ہے کہ یورینیم میں نیوٹرانی اضعافی عمل سے جو توانائی حاصل کی جاتی ہے وہ پہلی شرط پر پوری نہیں اترتی۔ یورینیم ۲۳۵ جو اس توانائی کا واحد قدرتی ذریعہ ہے، نہ کثرت سے ملتا ہے اور نہ ہی سستا ہے۔

اگر ابتدائی خام مادوں کے اعتبار سے دیکھا جائے تو یورینیم کی توانائی کوئلے کی توانائی سے بظاہر سستی معلوم ہوتی ہے۔ لیکن یورینیم کے "ہم جا" کی علیحدگی یا پلوٹونیم بنانے کی دشواریوں کے باعث جوہری قوت عام کوئلے یا تیل سے حاصل کردہ قوت سے بہت زیادہ گراں ثابت ہوتا ہے

یہ بھی اندازہ لگایا گیا ہے۔ کہ اس ملک کے یورینیم کے تمام ذخائر توانائی کی ضروریات بمشکل دو سو سال کے لئے پورا کر سکیں گے لیکن کوئلے کے ذخائر کئی ہزار سال کے لئے کافی ہوں گے۔

اس کا یہ مطلب ہرگز نہیں کہ جوہری توانائی کبھی بھی نفع بخش طور پر استعمال نہیں کی جا سکتی۔ حقیقت یہ ہے کہ اس کی توانائی کی بے حد حساب مقدار تقریباً ہر کیمیائی عنصر میں پوشیدہ ہے۔ اور سورج اور ستارے اس توانائی کو کامیابی سے استعمال میں لا رہے ہیں۔ لیکن ابھی تک ایسے طریقے معلوم نہیں ہوئے جن سے ہم جوہری توانائی کے ان عظیم سرچشموں سے فائدہ اٹھا سکیں۔ فی الحال تو ہمیں اس توانائی کا نہایت قلیل حصہ جو یورینیم کے ہلکے ہم جا میں پوشیدہ ہے، میسر ہے۔ قدرت نے کرہ ارض کی جامد چٹانوں میں کوئلے اور

تیل کے ذخائر چھپا رکھے ہیں۔ اور کچھ اسی طرح کا سلوک قدرت نے جوہری توانائی کے ساتھ بھی کیا ہے۔

یورینیم کی توانائی اُن حالتوں میں زیادہ مفید رہتی ہے جن میں قیمت کو گھٹانا ہمارا مقصد نہیں ہوتا۔ مثلاً توانائی کو مرتکز صورت میں حاصل کرنے کے لئے یورینیم ۲۳۵ یا پلوٹونیم کو براہِ راست استعمال کیا جا سکتا ہے۔ یا اُن کی توانائی کو اُن جوہری ذخیرہ گردں (ATOMIC ACCUMULATORS) میں جمع کیا جا سکتا ہے جن میں آہستہ آہستہ ٹوٹنے پھوٹنے والی تاب کار اشیا استعمال کی جائیں ان تاب کار اشیا کو عام پائدار عناصر پر یورینیم اور نیوٹران برسا کر پیدا کیا جا سکتا ہے۔ ان طریقوں کے استعمال سے ممکن ہے کہ ایک دن ایسا طیارہ بنایا جا سکے جو دوبارہ ایندھن لئے بغیر زمین کے گرد ہزاروں چکر لگا سکے یا کوئی ایسی سواری ایجاد ہو سکے جسے کئی سال میں ایک دفعہ ایندھن کی ضرورت ہو۔ سب سے زیادہ دلچسپ امکان مستقبل کے خلائی سفر[1] کے لئے راکٹ کی تعمیر ہے۔ جو ایندھن اب تک ہمیں معلوم ہیں ان میں توانائی کا ارتکاز بہت کم ہے۔ اس لئے اب تک چاند یا نظامِ شمسی کے کسی اور سیارے کی جانب راکٹ بھیجنا ممکن نہیں ہو سکا[2]۔

آئیے، انتظار کریں اور دیکھیں کہ مستقبل میں کیا ہوتا ہے۔

---

[1] خلائی سفر افسانوی دنیا سے نکل کر ایک حقیقت بنتا نظر آ رہا ہے۔ روس اور امریکہ اس سلسلے میں کامیاب تجربات کر چکے ہیں اگرچہ خلائی وسعتوں کے سامنے یہ کوششیں حقیر سی معلوم ہوتی ہیں (مترجم)

[2] ۱۲ ستمبر ۱۹۵۹ء کو روس نے چاند کی جانب ایک راکٹ لیونک ۲ بھیجا جو چاند کی سطح سے جا ٹکرایا۔

فرہنگ اصطلاحات

ا

Radiation — اشعاع

Radiated heat — اشعاعی حرارت

Relative Density — اضافی کثافت

Electron — الیکٹران

Deviation — انحراف

Stellar evolution — ارتقائے نجمی

Cohesive force — اتصالی قوت

Wilson Chamber (Cloud chamber) — ابر خانہ

Fission — انشقاق

Spontaneous transmutation — از خود قلب ماہیت

Multiplicative Nuclear reaction — اضافی نواتی تعامل

Species — انواع

Higher Species — انواع اعلیٰ

Main Sequence — اصلی سلسلہ

Relative motion — اضافی حرکت

E Aurigae — ایپسلون آریگی

Auriga — آریگا

Pitch — استداد

Oscillation frequency — تعدد ارتعاش

Mira variable — اعجوبہ متغیر

Mira Ceta — اعجوبہ

Rigidity — استواری

Electronic gas — الیکٹرانی گیس

ب

Electrode — برقیرہ

Electric arc — برقی قوس

Ultra violet rays — بالا بنفشی شعاعیں

Electric charge — برقی بار

Charged — بار دار

Brownian movement — براؤنی حرکت

Electrolysis — برق پاشیدگی

Electromagnetic waves — برقی مقناطیسی موجیں

Star of Bethlehem — بیت لحم کا ستارہ

پ

Proton — پروٹان

Stable elements — پائیدار عناصر

ت

Radioactivity — تاب کاری

Radioactive elements — تاب کار عناصر

Gravitational energy — تجاذبی توانائی

Radioactive decay — تاب کار شکست وریخت

Oxidation — تکسید

Novae حادث ستارے
Kinetic energy حرکی توانائی
Thermionic emission
حر روانی اخراج
Thermonuclear reaction
حرنواتی تعامل
Amplitude حیطہ' ارتعاش

خ

Absorption lines خطوط انجذاب
Emission lines خطوط خروج

د

Great Bear (Dipper) دب اکبر
Cygnus دجاجہ (مجموعہ نجوم)
Refractory دشوار گداز
Periodic system دوری نظام
Cyclic nuclear reaction
دوری نواتی تعامل
Milky way · دودھیا راستہ
Pulsating Stars
دھڑکنے والے ستارے
Binary System
دوھرے ستاروں کا نظام
Pulsating Period
دھڑکنے کی میعاد

ڈ

Doppler's Effect ڈاپلر کا اثر
d Cephei ڈیلٹا سیفائی

Neutral تعدیلی
Reaction Chain تعاملی زنجیر
Interfrometric methods
تداخل پیمائی کے طریقے
Gravitational attraction
تجاذبی انقباض

ث

Taurus ثور (برج)
Fixed Stars ثوابت

ج

Atom جوہر
Atomic weight جوہری وزن
Inert جامد
Atomic number جوہری نمبر
Absorption lines جذبی خطوط
Atomicity جواہریت
Atom Smasher جوہر شکن
Absorption Spectrum
جذبی طیف
Island universes
جزائری کائناتیں
Atomic bomb جوہری بم

چ

Spiral nebula چکر دار سحابیہ
Satellite چاند

ح

Product حاصل

ر

Centauri رجل القنطورس
Ion رواں
Ionization رواں سازی
Filamentary nebula
ریشہ دار سحابیہ

ز

Angular diameter زاویۂ قطر
Angular displacement
زاویۂ ہٹاؤ
Saturn زحل
Aurigal K زیٹا آریگی کے
Infra-red rays زیر سرخ شعاعیں

س

Molecule سالمہ
Sunspot سورج کا دھبا
Solar prominence
سورج کی لپٹیں
Refrigerator سرد آلہ
Red Giant سرخ دیو
White dwarfs سفید بونے
Cyclotron سائیکلوٹرون
Tuning Fork سریلا دوشاخہ
Red dwarfs سرخ بونے
Nebula سحابیہ
Planetry nebulae سیاری سحابے
Crab nebula سرطان سحابیہ
Planet سیارہ

ش

Retina شبکیہ
Solar Spectrum شمسی طیف
Disintegration شکست وریخت
Meteorite شہابیہ

ص

Absolute Zero صفر مطلق

ض

Photoelectric effect
ضیائی برقی اثر

ط

Normal طبعی
Physical طبیعی
Line Spectrum خطی طیف
Spectrum طیف
Continuous emission spectrum
طیف مسلسل خروج
Normal cepheid طبعی سیفیڈ

ع

Atomizer عرق پاش
Absorption عمل انجذاب
Capella عیوق
Capella A عیوق ا
Capella B عیوق ب
Aquilla عقاب (مجموعہ نجوم)
Scorpion عقرب (برج)

Great Dog کلب اکبر
Sirius کلب جوزا
U Ophiuchi
کلب الراعی کا مخرب
Mass کمیت
Quantum Orbit کوانٹم برار
Gravity کشش ثقل
Companion of Sirius
کلب جوزا کا ساتھی
Kepler Star کیپلر ستارہ
Fractional diffusion
کسری نفوذ پزیری
Cohesion کشش اتصال

گ

Resonance گمک
Resonance channel گمکی شگاف
Rotational momentum
گردشی معیار حرکت
Shell گھیرا

ل

Colloid Suspension
لسونتی آویزہ

م

Concave mirror مقعر آئینہ
Periodicity میعادیت
Artificial transmutation
مصنوعی قلب ماھیت
Optical مناظری
Condenser مکثفہ

General relativity
عمومی نظریۂ اضافیت
Reactor عمالہ

غ

Abnormal غیرطبعی

ف

Fluorescent Screen فلوری پردہ
Fluorescence فلوریت
Fossil فوسل رکانہ
Astrophysics فلکی طبیعیات
Astronomy فلکیات (ہئیت)
Fraunhofer lines
فران ھافر کے خطوط
Critical pressure فاصل دباؤ
Supernovae فوق الحارث ستارے
Superstars فوق النجوم

ق

Earth's Crust قشر ارض
Aurora قطب روشنی
Transmutation قلب ماھیت
Potential energy قوہ توانائی
Whale قیطس
Sagittarius قوس (برج)

ک

Density کثافت
Chromosphere کرۂ رنگ
Alchemy کیمیا گری
Galaxy کہکشاں
Quantum کوانٹم
Cosmic rays کائناتی شعاعیں

Nuclear transformation لواتی تبدیلی
Penetrating نفوذ پذیر
Nuclear resonance نواتی گمک
Luminosity نوریت
Blue giants نیلے دیو
Neptune نیپچون
Stellar island نجمی جزیرہ
Solar System نظام شمسی
Light Year نوری سال
Galactic system نظام کہکشانی
Radial velocity نصف قطری رفتار

و

Voltage وولٹیج
Heavy Water وزنی پانی
Heavy isotope وزنی ھم جا
Y Cygni وائی سگنائی

ہ

Isotope ھمجا
Harmonic vibration ھم آھنگ ارتعاش
Nova Hercules ھرقلس حادث ستارہ
Homogeneous ھم جنس
Hercules ھرقلس (مجموعہ نجوم)

ی

Uranus یورنیس

Centrifugal force مرکز گریز قوت
Mechanical energy میکانی توانائی
Magnetic field مقناطیسی حلقہ
Absolute luminosity مطلق نوریت
Jupiter مشتری
Collapsed state of matter مادے کی مسمار شدہ حالت
Extragalactic nebulae ماورائے کہکشاں سحابیے
Momentun معیار حرکت
Andromeda مراۃالمسلسلہ
Variable cepheids متغیر سیفیڈ
Megellanic cloud میجیلن کے بادل
Orbit مدار
Constellation مجموعہ نجوم

ن

Unstable ناپائیدار
Organic نامیاتی
Nucleus نوات
Nuclear physics نواتی طبیعیات
System نظام
Planetry system نظام سیارگان
Botany نباتیات
Half life period (decay period) نصف زندگی
Neutron نیوٹران
Nuclear reaction نواتی تعامل